



**TUGAS AKHIR - RG 141536**

# **STUDI PERBANDINGAN PERHITUNGAN VOLUME MENGUNAKAN DATA *TOTAL STATION* DENGAN DAN TANPA PRISMA**

**LENY PUJI RAHAYU  
NRP 3510 100 021**

**Dosen Pembimbing  
Khomsin, ST, MT.**

**JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015**



**FINAL ASSIGNMENT - RG 141536**

# **COMPARATIVE STUDY OF VOLUME CALCULATION USING TOTAL STATION REFLECTOR AND REFLECTORLESS DATA**

**LENY PUJI RAHAYU  
NRP 3510 100 021**

**Supervisor  
Khomsin, ST, MT**

**GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2015**

**STUDI PERBANDINGAN PERHITUNGAN VOLUME  
MENGUNAKAN DATA *TOTAL STATION* DENGAN DAN  
TANPA PRISMA**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh :**

**LENY PUJI RAHAYU  
NRP 3510 100 021**

**Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :**

**Khomsin, ST, MT.**

**NIP 1975 0705 2000 12 1001**



**(Pembimbing)**

**SURABAYA, JANUARI 2015**

# **STUDI PERBANDINGAN PERHITUNGAN VOLUME MENGUNAKAN DATA *TOTAL STATION* DENGAN DAN TANPA PRISMA**

**Nama Mahasiswa : Leny Puji Rahayu**  
**NRP : 3510100021**  
**Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS**  
**Dosen Pembimbing : Khomsin, ST, MT**

## **Abstrak**

Pengukuran topografi adalah suatu pekerjaan penentuan tempat kedudukan baik secara horisontal maupun vertikal pada segala sesuatu yang terdapat pada permukaan areal tanah yang diukur. Pengukuran topografi dilakukan di bidang pekerjaan penggalian dan penimbunan tanah yang erat kaitannya dengan perhitungan volume. Volume yang dimaksud disini adalah apabila ingin menggali atau menimbun tanah pada suatu tempat (*cut and fill*) atau untuk menghitung material (bahan) galian yang sifatnya padat. Perkembangan teknologi membuat pekerjaan pengukuran topografi menjadi lebih mudah, karena ditunjang dengan alat-alat yang semakin canggih. Alat Takheometer Elektronik (ATE) atau yang dikenal dengan sebutan *total station* adalah alat hasil kombinasi teodolit elektronik dengan alat Pengukur Jarak Elektronik (PJE) dan kolektor elektronik. Berdasarkan spesifikasi beberapa merk *total station* dapat membidik tanpa prisma dengan jarak sejauh 300 meter. Apabila hasil yang didapat antara pengukuran menggunakan *total station* dan prisma dengan *total station* tanpa prisma tidak memiliki selisih yang signifikan, tentu adanya *total station* tipe ini sangat efisien dan memudahkan dalam proses pengukuran.

Dalam menunjukkan ada tidaknya selisih yang signifikan dari hasil pengukuran yang diperoleh dari pengukuran menggunakan *total station* dan prisma dengan *total station* tanpa menggunakan prisma, penelitian ini mencoba melakukan perbandingan standar deviasi dari selisih elevasi hasil pengukuran *Total Station Foif prisma* dan *nonprisma-Waterpass* dan *Total Station Sokkia prisma* dan *nonprisma-Waterpass* (pada area yang relatif datar dan bergelombang) serta perbandingan volume *cut and fill* yang diukur menggunakan *total station prismadan total station nonprisma* dengan referensi elevasi yang diukur menggunakan *Waterpass*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengukuran Standar deviasi selisih elevasi di area pakuwon yang memiliki nilai tertinggi adalah alat *Total Station Foif prisma- Waterpass* sebesar 0,029 m, dan untuk yang terendah adalah *Total Station Sokkia nonprisma-Waterpass* sebesar 0,023 m. Standar deviasi selisih elevasi di area penelitian gunung anyar untuk yang tertinggi adalah *Total Station Foif nonprisma- Waterpass* sebesar 0,367 m, dan yang terendah *Total Station Sokkia nonprisma- Waterpass* sebesar 0,264 m. Setelah dilakukan uji normalitas, nilai standar deviasi untuk pakuwon tetap, karena point yang dieliminasi hanya dua. Untuk area gunung anyar, semua data pengukuran diterima. Selisih perhitungan volume *cut and fill* di area pakuwon yang tertinggi adalah *Total Station Sokkia prisma* yaitu sebesar 204,131 m<sup>3</sup>, sedangkan selisih terkecil diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan *Total Station Sokkia nonprisma* yaitu sebesar 64,056 m<sup>3</sup>. Untuk lokasi gununganyar selisih volume paling besar adalah dengan alat *Total Station Foif prisma-Waterpass* adalah sebesar -223,444 m<sup>3</sup>, dan yang paling kecil adalah alat *Total Station Sokkia prisma- Waterpass* adalah sebesar 4,453 m<sup>3</sup>.

**Kata Kunci : Pengukuran Topografi, Cut and Fill, Total Station**

# **COMPARATIVE STUDY OF VOLUME CALCULATION USING TOTAL STATION REFLECTOR AND REFLECTORLESS DATA**

**Name of Student** : Leny Puji Rahayu  
**NRP** : 3510100021  
**Department** : Geomatics Engineering FTSP-ITS  
**Supervisor** : Khomsin, ST, MT

## **Abstract**

*Topography measurement is a work of determining the horizontal position or the vertical position on everything contained in the surface of the land area measured. Topography measurements made in the field of excavation and landfill which is closely related to the volume calculation. The volume which meant here is if you want to dig or hoard land at a place (cut and fill) or to calculate the material (material) that are excavated solid. The development of technology made the job of topography measurement is easier, because it is supported by means of increasingly sophisticated. Electronic Total Station tool (ATE) or known as total station is the result of a combination of electronic theodolite tool with Electronic Distance Measuring tool (EDM) and electronic collector. Based on the specifications of several brands, there is total station can taking aim without prism with a distance of 300 meters. If the measurement results obtained using the total station with a prism and a total station without prism does not have significant differences, their types of total station are very efficient and simplify the measurement process. In showing whether there is a significant difference from the measurement results obtained from measurements using a total station*

*and a prism with a total station without using a prism, this research tries to do a comparison of the standard deviation of the difference in elevation measurement results Foif reflector and reflectorless TS-WP and TS Sokkia reflector and reflectorless-WP (the area is relatively flat and corrugated) and the ratio of cut and fill volumes were measured using a Total Station reflector and reflectorless Total Station with reference elevation measured using the water pass.*

*The results of this study indicate that the measurement standard deviation difference in elevation in the area Pakuwon which has the highest value is a tool-Prism Total Station Foif WP at 0,029 m, and the lowest was for Total Station Sokkia Nonprisma-WP of 0,023 m. The standard deviation of the difference in elevation on gununganyar research area for the highest is the Total Station Foif Nonprisma-WP is 0,367 m, and the lowest Total Station Sokkia Nonprisma-WP is 0,264 m. After the normality test, the standard deviation value for Pakuwon is fixed, because points are eliminated haya two. For gununganyar area, all measurement data is received. Difference calculation of cut and fill volumes in the area is the highest pakuwon is Sokkia reflector of Total Station is equal to  $204,131 \text{ m}^3$ , while the smallest difference is obtained from the measurement results using Sokkia reflectorless of Total Station is equal to  $64,056 \text{ m}^3$ . For the location of gununganyar greatest volume difference is the tool Foif Prisma Total Station-Waterpass is at  $-223,444 \text{ m}^3$ , and the smallest is the tool Sokkia Prisma Total Station-Waterpass is equal to  $4,453 \text{ m}^3$ .*

***Keywords: Topography Measurement, Cut and Fill, Total Station***

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***



## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga laporan tugas akhir yang berjudul “Studi Perbandingan Perhitungan Volume Menggunakan Data *Total Station* Dengan dan Tanpa Prisma” dapat penulis selesaikan dengan baik. Laporan ini penulis selesaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan, yaitu Sarjana Teknik (ST) dari Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan inibanyak pihak telah memberikan bantuan kepada penulis, untuk itu pada kesempatan inipenulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua, Titik Supiyani dan Lasmono memberikan dukungan, semangat, dan doa yang tiada pernah terputus. Kakak dan adik- adik tersayang Emmy Suciati, Agus Sujarwo, Meilia Tri Wahyuni, Achmad Maulana Prasetyo, dan Rahman Akbar Badillah yang memberikan semangat dan dukungan serta doa yang tiada henti.
2. Bapak Dr. Ir Muhammad Taufik selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika ITS.
3. Bapak Khomsin, ST, MT selaku koordinator Tugas Akhir dan dosen pembimbing yang telah sabar berbagi waktu dan ilmu dalam membimbing serta membantu penulis selama penelitian ini.
4. Rekan-rekan G12 yang juga banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Semua pihak yang tidak dapat penululis sebutkan satu persatu namun memiliki andil dalam penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini masih dimungkinkan adanya kesalahan. Oleh karena itu penulis

mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak. Penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Surabaya, Januari 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vii
LEMBAR PENGESAHAN .....	ix
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Manfaat .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Titik Kontrol .....	5
2.2 Hirarki Titik Kontrol Horizontal Nasional .....	5
2.3 Hirarki Titik Kontrol Vertikal Nasional .....	6
2.4 Prinsip Penentuan Beda Tinggi .....	6
2.5 Macam-macam Penentuan Beda Tinggi .....	7
2.6 Macam Pengukuran Sipat Datar .....	9
2.6.1 Sipat Datar Memanjang .....	9
2.6.2 Sipat Datar Profil .....	12
2.6.3 Sipat Datar Luasan .....	13
2.7 Kesalahan-kesalahan dalam Pengukuran Sipat Datar ....	14
2.8 Prosedur Pemetaan Topografi Dengan <i>Total Station</i> ....	16
2.9 <i>Tachymetry</i> .....	17
2.10 Kesalahan pada Pengukuran <i>Tachymetry</i> .....	18
2.11 Volume .....	19
2.11.1 Metode Penampang Rata-rata .....	19
2.11.2 Metode Borrow-Pit .....	20
2.11.3 Metode Kontur .....	21

2.12 <i>Probable Error</i> 99% .....	22
2.13 Penelitian Terdahulu .....	23
<b>BAB III METODOLOGI</b>	
3.1 Lokasi Penelitian .....	25
3.2 Peralatan .....	26
3.2.1 Alat Pengambilan Data .....	26
3.2.2 Alat untuk Pengolahan Data .....	31
3.3 Metodologi Penelitian .....	31
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISA</b>	
4.1 Hasil Pengecekan Garis Bidik <i>Waterpas</i> .....	37
4.2 Koordinat Titik Acuan Hasil Pengukuran <i>Total Station</i> dan <i>Waterpas</i> .....	38
4.2.1 Area Pakuwon .....	38
4.2.2 Area Gununganyar .....	39
4.3 Elevasi Hasil Pengukuran .....	39
4.3.1 Area Pakuwon .....	39
4.3.2 Area Gununganyar .....	40
4.4 Standar Deviasi Pengukuran .....	41
4.4.1 Area Pakuwon .....	41
4.4.2 Area Gununganyar .....	42
4.5 Hasil Perhitungan Volume .....	43
4.6 Analisa Hasil Perhitungan Elevasi .....	44
4.7 Analisa Hasil Perhitungan Volume <i>Cut and Fill</i> .....	55
4.7.1 Volume Area Pakuwon .....	55
4.7.2 Volume Area Gununganyar .....	57
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	59
5.2 Saran .....	59
DAFTAR PUSTAKA .....	xxi
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>BIODATA PENULIS</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Prinsip Pengukuran Beda Tinggi .....	7
Gambar 2.2	Cara I Pengukuran Beda Tinggi.....	7
Gambar 2.3	Cara II Pengukuran Beda Tinggi .....	8
Gambar 2.4	Cara III Pengukuran Beda Tinggi.....	8
Gambar 2.5	Pengukuran Sipat Datar Memanjang .....	9
Gambar 2.6	Sipat Datar Terbuka.....	11
Gambar 2.7	Sipat Satar Sirkuit .....	12
Gambar 2.8	Sipat Datar Luas secara Langsung .....	14
Gambar 2.9	Sipat Datar Luas Tidak Langsung .....	14
Gambar 2.10	Rumus Dasar <i>Tachimetry</i> .....	18
Gambar 2.11	Metode Luas Penampang Rata-rata .....	20
Gambar 2.12	Metode <i>Borrow-Pit</i> .....	21
Gambar 2.13	Metode Kontur.....	22
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian .....	25
Gambar 3.2	<i>Waterpass</i> Topcon AT-B4. ....	26
Gambar 3.3	<i>Total Station</i> Sokkia WOEE Tipe CX 105 .....	27
Gambar 3.4	<i>Total Station</i> Foif RTS/OTS 650 .....	29
Gambar 3.5	<i>GPS</i> Garmin Eragon 550 .....	30
Gambar 3.6	Diagram Alir Penelitian .....	32
Gambar 3.7	Diagram Alir Pengolahan Data.....	35
Gambar 4.1	Diagram Batang Standar Deviasi Selisih Elevasi Area Penelitian Pakuwon .....	42
Gambar 4.2	Diagram Batang Standar Deviasi Selisih Elevasi Area Penelitian Gununganyar .....	43
Gambar 4.3	Grafik Selisih Elevasi Pengukuran <i>Total Station Sokkia-Waterpass</i> Tiap Titik Sebelum Uji Normalitas Area Penelitian Pakuwon .....	46
Gambar 4.4	Grafik Selisih Elevasi Pengukuran <i>Total Station Foif- Waterpass</i> Tiap Titik Sebelum Uji Normalitas Area Penelitian Pakuwon .....	46
Gambar 4.5	Grafik Selisih Elevasi Pengukuran <i>Total Station Sokkia- Waterpass</i> Tiap Titik Sebelum Uji Normalitas Area Penelitian Gununganyar ...	52

Gambar 4.6 Grafik Selisih Elevasi Pengukuran *Total Station Sokkia- Waterpass* Tiap Titik Sebelum Uji Normalitas Area Penelitian Gununganyar ... 52

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Spesifikasi <i>Waterpass</i> Topcon AT-B4.....	26
Tabel 3.2	Spesifikasi <i>Total Station</i> Sokkia WOEE Tipe CX 105 .....	27
Tabel 3.3	Spesifikasi <i>Total Station</i> Foif RTS/OTS 655 .....	29
Tabel 3.4	Spesifikasi GPS Garmin Eragon 550 .....	30
Tabel 4.1	Hasil Pengecekan Garis Bidik <i>Waterpass</i> .....	37
Tabel 4.2	Koordinat Titik Kontrol Area Penelitian Pakuwon.	37
Tabel 4.3	Koordinat Titik Kontrol Area Penelitian Gununganyar.....	38
Tabel 4.4	Beberapa Titik Dengan Elevasi Hasil Pengukuran <i>Total Station Foif, Sokkia, dan Waterpass</i> Area Penelitian Pakuwon.....	39
Tabel 4.5	Beberapa Titik Dengan Elevasi Hasil Pengukuran <i>Total Station Foif, Sokkia, dan Waterpass</i> Area Penelitian Gununganyar.....	39
Tabel 4.6	Nilai Standar Deviasi Selisih Elevasi Area Penelitian Pakuwon.....	41
Tabel 4.7	Nilai Standar Deviasi Selisih Elevasi Area Penelitian Gununganyar.....	42
Tabel 4.8	Total Volume <i>Cut and Fill</i> Area Penelitian Pakuwo.....	43
Tabel 4.9	Total Volume <i>Cut and Fill</i> Area Penelitian Gununganyar.....	44
Tabel 4.10	Beberapa Selisih Elevasi Hasil Pengukuran <i>Total Station Foif, Total Station Sokkia, dan Waterpass</i> Area Pakuwon.....	44
Tabel 4.11	Beberapa Titik dengan Selisih Elevasi Besar dari Hasil Pengukuran <i>Total Station</i> dan <i>Waterpass</i> .....	47
Tabel 4.12	Hasil Perhitungan Selisih Elevasi Sebelum Uji Normalitas.....	47
Tabel 4.13	Hasil Perhitungan Selisih Elevasi Sesudah Uji Normalitas.....	49

Tabel 4.14	Sampel Titik Dengan Selisih Elevasi Hasil Pengukuran <i>Total Station</i> dan <i>Waterpass</i> Area Pakuwon.....	50
Tabel 4.15	Beberapa Titik dengan Elevasi Hasil Pengukuran <i>Total Station Foif</i> dan <i>Waterpass</i> Area Gununganyar.....	50
Tabel 4.16	Beberapa Titik dengan Selisih Elevasi Besar dari Hasil Pengukuran <i>Total Station</i> dan <i>Waterpass</i> .....	53
Tabel 4.17	Hasil Perhitungan Selisih Elevasi Sebelum Uji Normalitas.....	54
Tabel 4.18	Selisih Volume <i>Cut and Fill</i> antara <i>Total Station Foif</i> , <i>Total Station Sokkia</i> , dan <i>Waterpass</i> Area Pakuwon.....	56
Tabel 4.19	Selisih Volume <i>Cut and Fill</i> antara <i>Total Station Foif</i> , <i>Total Station Sokkia</i> , dan <i>Waterpass</i> Area Gununganyar.....	57



## **DAFTAR LAMPIRAN**

- LAMPIRAN 1. Tabel Data Elevasi dan Selisih Elevasi Area Penelitian Pakuwon
- LAMPIRAN 2. Tabel Data Elevasi dan Selisih Elevasi Area Penelitian Gununganyar
- LAMPIRAN 3. Foto Dokumentasi Pengambilan Data

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pengukuran topografi merupakan istilah yang dipergunakan sebagai terjemahan dari kata "*Topographic Surveying*". Definisi pengukuran topografi adalah suatu pekerjaan penentuan tempat kedudukan baik secara horisontal maupun vertikal pada segala sesuatu yang terdapat pada permukaan areal tanah yang diukur. Pekerjaan pengukuran topografi berguna untuk mendapatkan data pengukuran mengenai letak (posisi), elevasi (ketinggian) dan konfigurasi dari areal tanah, dimana data tersebut dapat dilukiskan pada suatu peta yang menggambarkan keadaan yang sebenarnya yang dikenal dengan peta topografi. (Purworahardjo, 1989)

Pengukuran topografi juga dilakukan di bidang pekerjaan penggalian dan penimbunan tanah. Penggalian dan penimbunan tanah merupakan salah satu bidang pekerjaan yang erat kaitannya dengan perhitungan volume. Perhitungan volume menjadi sangat penting dalam bidang tersebut karena berhubungan dengan volume tanah yang dibutuhkan untuk digali atau ditimbun berdasarkan rencana proyek. Volume tanah yang dimaksud disini adalah apabila ingin menggali atau menimbun tanah pada suatu tempat (*cut and fill*) atau untuk menghitung material (bahan) galian yang sifatnya padat. (Yuwono, 2004)

Perkembangan teknologi membuat pekerjaan menjadi lebih mudah, karena ditunjang dengan alat-alat yang semakin canggih. Begitu juga dalam pekerjaan survei dan pemetaan sudah menggunakan peralatan yang canggih. Pada pemetaan teristis misalnya, yang dulunya menggunakan ala-alat konvensional seperti theodolite untuk pengukuran horizontal dan sipat datar untuk pengukuran vertikal kini untuk melakukan pengukuran baik horizontal maupun vertikal dapat dilakukan dengan satu alat saja, yaitu *total station (TS)*.

Alat Takheometer Elektronik (ATE) atau yang dikenal dengan sebutan *Total station* adalah alat hasil kombinasi teodolit

elektronik dengan alat Pengukur Jarak Elektronik (PJE) dan kolektor elektronik. Selain dapat mencatat data, *total station* juga mempunyai kelebihan-kelebihan yang berbeda untuk setiap pabrik. *Total station* juga telah didesain sedemikian rupa sehingga data dapat diunduh secara otomatis ke komputer menggunakan kabel *interface*, dan proses hitungan dilakukan dalam komputer yang selanjutnya dapat dihubungkan dengan printer atau plotter untuk penggambaran peta hasil pengukuran secara otomatis (Basuki, 2006).

*Total station* dapat digunakan pada tahapan survei manapun, baik survey pendahuluan, survei titik control, maupun survei pematokan. Alat ini sangat cocok untuk survey topografi di mana surveyor membutuhkan posisi (x,y,z) dari titik-titik detil yang cukup banyak (700 s/d 1000 titik per hari), dua kali lebih banyak dari data yang dapat dikumpulkan dengan alat teodolit biasa (stadia) dan PJE (Basuki, 2006).

Pada perjalanannya, *Total station* pun mengalami perkembangan menjadi lebih canggih. Yang dulunya *total station* harus membidik prisma agar didapat bacaan koordinat horizontal dan vertikal (X,Y,dan Z) kini *Total station* dapat membidik langsung pada titik yang akan diukur koordinatnya tanpa harus menggunakan prisma. Berdasarkan spesifikasi beberapa merk *total station* dapat membidik tanpa prisma dengan jarak sejauh 300 meter. Apabila hasil yang didapat antara pengukuran menggunakan *total station* dan prisma dengan *total station* tanpa prisma tidak memiliki selisih yang signifikan, tentu adanya *total station* tipe ini sangat efisien dan memudahkan dalam proses pengukuran.

Dilihat dari rumusan masalah di atas, perlu adanya suatu penelitian untuk mengetahui ada tidaknya selisih yang signifikan dari hasil pengukuran yang diperoleh dari pengukuran menggunakan *total station* dan prisma dengan *total station* tanpa menggunakan prisma.

## 1.2 Perumusan Masalah

Pokok permasalahan dalam tugas akhir ini adalah apakah ada perbedaan yang signifikan antara pengukuran beda tinggi dan perhitungan volume menggunakan *total station* beserta prisma dengan *total station* tanpa prisma. Data yang dianggap benar adalah data hasil dari pengukuran sipat datar untuk koordinat vertikal (z).

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

- a. Menggunakan *total station* Foif OTS 655-R300, Sokkia WOEI Tipe CX 105 dan *waterpass* (sipat datar) topcon AT-B4 nomor seri X2016.
- b. Berlokasi di Perumahan Pakuwon City Kecamatan Sukolilo dan Gununganyar, Kecamatan Gununganyar, Surabaya.
- c. Kajian utama dalam penelitian ini adalah koordinat vertikal (z) dan volume.
- d. Luas area yang dipetakan  $\pm 25.000 \text{ m}^2$ .
- e. Topografi area relatif datar dan bergelombang.
- f. Data referensi untuk tinggi (z) adalah data hasil pengukuran dengan menggunakan *waterpass* (sipat datar).

## 1.4 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian tugas akhir ini antara lain :

- a. Menganalisa nilai perbedaan koordinat vertikal antara hasil pengukuran menggunakan *total station* beserta prisma dengan pengukuran *total station* yang tidak menggunakan prisma pada area yang relatif datar dan bergelombang.
- b. Menganalisa hasil pengukuran dan perhitungan volume menggunakan *total station* dengan menggunakan *waterpass* (sipat datar).

### 1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dengan adanya penelitian tugas akhir ini antara lain:

- a. Menyajikan data ada tidaknya perbedaan signifikan koordinat hasil pengukuran menggunakan *total station* dan prisma dengan pengukuran *total station* tanpa menggunakan prisma sehingga dapat membantu proses penentuan metode pengukuran oleh surveyor.
- b. Memberikan rekomendasi tentang keunggulan maupun kelemahan penggunaan prisma dalam suatu pekerjaan pengukuran sehingga dapat menjadi pertimbangan untuk menggunakan metode pengukuran dalam suatu pekerjaan pemetaan.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Titik Kontrol**

Pengukuran titik kontrol bertujuan untuk menetapkan kedudukan tugu acuan atau *benchmark* secara horizontal dan vertikal yang dapat dijadikan sebagai titik awal atau pengecekan pengukuran-pengukuran lebih rendah guna proyek-proyek seperti pemetaan topografik dan hidrografik, penetapan garis batas pemilikan tanah, serta jalur lintas dan perencanaan, rancangan dan desain konstruksi.

Ada dua jenis pengukuran titik kontrol, yaitu horizontal dan vertikal. Pengukuran horizontal pada areal-areal yang luas biasanya menetapkan lintang dan bujur geodetik. Dari koordinat geodetic dapat diperoleh koordinat tegak lurus, biasanya dalam system koordinat bidang Negara bagian atau UTM (*Universal Transverse Mercator*). Pada pengukuran titik kontrol wilayah-wilayah yang lebih kecil, koordinat bidang tegak lurus boleh ditentukan langsung tanpa memperoleh koordinat lintang dan bujur geodetik. (Russell, 1987)

#### **2.2 Hirarki Titik Kontrol Horizontal Nasional**

Hirarki titik kontrol dalam jaringan titik kontrol horizontal nasional, dari peringkat tertinggi sampai terendah:

- a. Titik Kontrol Primer jarak berselang setiap 100km.
- b. Titik kontrol Sekunder merapatkan jaringan dalam wilayah yang dibatasi oleh titik kontrol primer, terutama yang harga tanahnya tinngi.
- c. Titik Kontrol Pelengkap secara umum bertujuan merapatkan titik kontrol antara jaring primer di wilayah yang belum banyak berkembang. Titik kontrol pelengkap juga ditetapkan sepanjang garis pantai dan pada proyek-proyek pemetaan dan konstiksi yang luas.
- d. Titik Kontrol Lokal merupakan titik-titik acuan untuk proyek-proyek konstruksi lokal.

### 2.3 Hirarki Titik Kontrol Vertikal Nasional

Hirarki titik kontrol dalam jaringan titik kontrol vertikal nasional, dari peringkat tertinggi sampai terendah:

- a. Kerangka Dasar
- b. Jaringan Sekunder merapatkan kerangka dasar, terutama di wilayah metropolitan dan untuk proyek-proyek rekayasa yang besar.
- c. Titik Kontrol Wilayah Umum titik kontrol vertikal untuk proyek pemetaan, pengukuran, dan rekayasa lokal.
- d. Titik Kontrol Lokal bertujuan sebagai acuan untuk proyek-proyek rekayasa kecil dan pemetaan topografik.

### 2.4 Prinsip Penentuan Beda Tinggi

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat sipat datar (*waterpass*). Alat didirikan pada suatu titik yang diarahkan pada dua buah rambu yang berdiri vertikal. Maka beda tinggi dapat dicari dengan melakukan pengukuran antara bacaan muka dan bacaan belakang.

Prinsip penentuan beda tinggi dengan sipat datar menggunakan garis bidik sebagai garis datar 1 di titik A dan B didirikan rambu ukur secara tegak. Jarak vertikal rambu di titik  $AA_1$  dan  $BB_1$  dapat diukur. Pada titik A dan B angka rambu adalah nol, bila  $AA_1 = a$  dan  $BB_1 = b$  maka beda tinggi A dan B adalah:

$$\Delta H_{AB} = a - b \dots\dots\dots(2.1)$$

Bila :

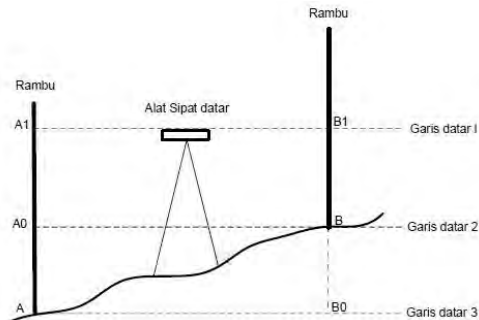
$\Delta H_{AB}$  = Beda tinggi titik A dan B

$\Delta H_{AB} = 0$  , maka A dan B sama tinggi

$\Delta H_{AB} > 0$  , maka A lebih rendah dari B

$\Delta H_{AB} < 0$  , maka A lebih tinggi dari B



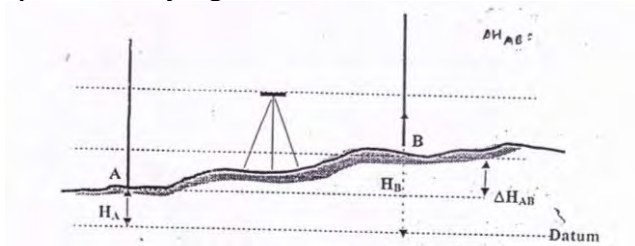


Gambar 2.1 Prinsip Pengukuran Beda Tinggi ( Nurjati, 2004).

## 2.5 Macam-macam Penentuan Beda Tinggi

### ▪ Cara I :

Alat diletakan diantara dua buah rambu yang vertikal. Cara ini digunakan pada pengukuran sipat datar memanjang dan pada daerah yang relatif datar.



Gambar 2.2 Cara I Pengukuran Beda Tinggi (Nurjati, 2004)

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A \rightarrow \Delta H_{AB} = BT_B - BT_A \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

$\Delta H_{AB}$  = Beda tinggi titik A dan titik B

$H_B$  = Tinggi titik A

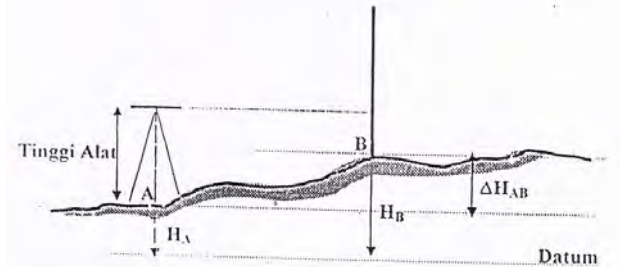
$H_A$  = Tinggi titik B

$BT_B$  = Benang tengah titik B

$BT_A$  = Benang tengah titik A

▪ **Cara II :**

Alat diletakkan pada suatu titik yang akan diukur beda tingginya dan titik yang lain didirikan rambu ukur. Cara ini biasanya dilakukan pada pengukuran sipat datar melintang karena jarak antar titik yang terlalu pendek.



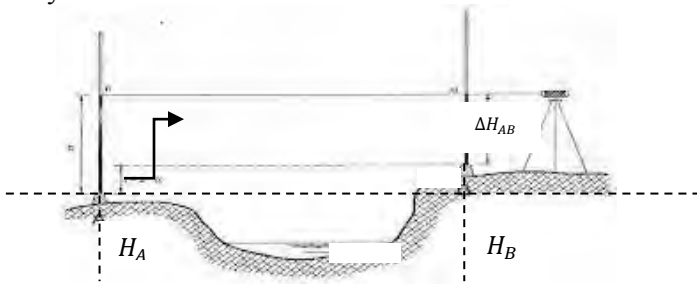
Gambar 2.3 Cara II Pengukuran Beda Tinggi (Nurjati, 2004)

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A \rightarrow \Delta H_{AB} = BT_B - T_{Alat} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$T_{Alat} = \text{Tinggi alat}$$

▪ **Cara III :**

Cara ini dilakukan apabila kondisi medan tidak memungkinkan alat berdiri di tengah dua titik yang akan diukur, misalnya selokan.



Gambar 2.4 Cara III Pengukuran Beda Tinggi (Nurjati, 2004)

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A \rightarrow \Delta H_{AB} = BT_B - BT_A \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan catatan :  $BT_A$  = bacaan benang tengah A

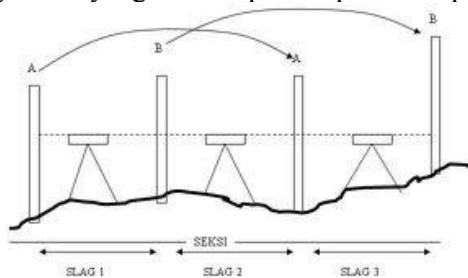
$BT_B$  = bacaan benang tengah B

## 2.6 Macam Pengukuran Sipat Datar

Dalam menentukan beda tinggi dengan menggunakan sipat datar, ada beberapa jenis sipat datar yang harus diketahui, yaitu : sipat datar menajang (sipat datar terbuka dan sipat datar kring / sirkuit / tertutup), sipat datar profil, dan sipat datar luasan.

### 2.6.1 Sipat datar memanjang

Sipat datar memanjang adalah suatu pengukuran yang bertujuan untuk mengetahui ketinggian titik-titik sepanjang jalur pengukuran dan pada umumnya diperlukan sebagai kerangka vertikal bagi suatu daerah pemetaan sehingga hasil yang didapatkan adalah ketinggian titik-titik. Karena sebagai kerangka vertikal pada umumnya diperlukan ketelitian yang tinggi, oleh karena itu banyak persyaratan yang harus dipenuhi pada saat pengukuran.



Gambar 2.5 Pengukuran Sipat Datar Memanjang (Nurjati, 2004)

Istilah-istilah:

- 1 slag adalah satu kali alat berdiri untuk mengukur rambu muka dan rambu belakang

- 1 seksi adalah jalur ukur sepanjang  $\pm 1-2$  km yang terbagi dalam slag yang genap dan diukur pergi pulang dalam satu hari
- 1 kring/sirkuit adalah suatu pengukuran sipat datar yang sifatnya tertutup sehingga titik awal dan titik akhir adalah sama.

#### Syarat pengukuran

1. Alat berada ditengah antara dua rambu
2. Baca rambu belakang ( b ), baru kemudian dibaca rambu muka ( m )
3. Seksi dibagi dalam slag berjumlah genap
4. Pengukuran dapat dilakukan dengan cara pergi pada pagi hari dan pulang pada siang hari atau dengan cara *double stand*, dimana selisih beda tinggi stand 1 dan 2 maksimum 2 mm.
5. Jumlah jarak muka = jumlah jarak belakang.
6. Jarak alat ke rambu maksimum = 75 meter.
7. Dilakukan koreksi garis bidik pada awal dan akhir.

$$tg \alpha = \frac{(b'_1 - m'_1) - (b'_2 - m'_2)}{(db'_1 - dm'_1) - (db'_2 - dm'_2)} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

$\alpha$  = kesalahan/kemiringan garis bidik alat ukur

$b'_1$  = benang tengah belakang posisi I

$b'_2$  = benang tengah belakang posisi II

$m'_1$  = benang tengah muka posisi I

$m'_2$  = benang tengah muka posisi II

$db'_1$  = jarak belakang posisi I

$db'_2$  = jarak belakang posisi II

$dm'_1$  = jarak muka posisi I

$dm'_2$  = jarak muka posisi II

#### ▪ Sipat Datar Terbuka

Sipat datar terbuka adalah pengukuran sipat datar yang titik awal dan titik akhirnya tidak saling bertemu , pengukuran ini dil-

akukan untuk mendapatkan tinggi titik 5 dari titik 1 yang sudah diketahui tingginya.

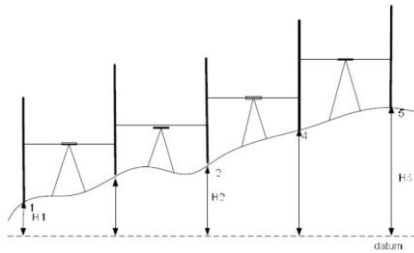
$$\begin{aligned}\Delta H_{12} &= H_2 - H_1 \rightarrow H_2 = H_1 + \Delta H_{12} \\ \Delta H_{23} &= H_3 - H_2 \rightarrow H_3 = H_2 + \Delta H_{23} \\ \Delta H_{34} &= H_4 - H_3 \rightarrow H_4 = H_3 + \Delta H_{34} \\ \Delta H_{45} &= H_5 - H_4 \rightarrow H_5 = H_4 + \Delta H_{45} \dots\dots\dots(2.6)\end{aligned}$$

Maka untuk mendapatkan  $H_5$  dapat dihitung apabila  $H_1$  diketahui

$$H_5 = H_1 + \Delta H_{12} + \Delta H_{23} + \Delta H_{34} + \Delta H_{45} \dots\dots\dots(2.7)$$

Maka secara umum dapat ditulis :

$$H_n = H_1 + \sum_{i=1}^n \Delta H_{l,i-1} \dots\dots\dots(2.8)$$

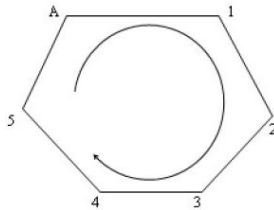


Gambar 2.6 Sipat datar terbuka ( Nurjati, 2004 ).

Agar didapatkan hasil yang teliti maka perlu dikoreksi, dengan asumsi bahwa beda tinggi pergi sama dengan beda tinggi pulang apabila ada perbedaan maka kesalahannya diberikan dan dibagi rata pada hasil pengukuran beda tinggi.

#### ▪ Sipat Datar Kring / Sirkuit / Tertutup

Sipat datar kring adalah suatu pengukuran sipat datar yang titik awal dan titik akhir sama / berimpit, hal ini dilakukan agar hasil data ketinggiannya dapat dikoreksi dengan lebih teliti.



Gambar 2.7 Sipat Datar Sirkuit ( Nurjati, 2004 ).

A	= titik ikat ( awal = akhir).
1,2,3,4 dan 5	= titik yang dicari.
$\Delta H$	= beda tinggi
$k$	= kesalahan
$n$	= jumlah titik
C	= koreksi

$$\sum_1^{n-1} \Delta H = 0 \dots\dots\dots(2.9)$$

Apabila  $\Delta H \neq 0$  , maka nilai tersebut adalah kesalahan pengukuran dan harus dilakukan koreksi dengan rumus:

$$\sum_1^{n-1} \Delta H + k = 0 \dots\dots\dots(2.10)$$

$$C = \frac{k}{n-1} \dots\dots\dots(2.11)$$

kesalahan = - koreksi

### 2.6.2 Sipat Datar Profil

Sipat datar profil bertujuan untuk menentukan bentuk permukaan tanah atau tinggi rendahnya permukaan tanah sepanjang jalur pengukuran, baik secara memanjang maupun melintang.

Hasil pengukuran merupakan informasi untuk perencanaan jalan raya, rel kereta api, jalue pipa, dan lain-lain, seperti dalam:

1. Menentukan gradien yang cocok untuk pekerjaan konstruksi

2. Menghitung volume pekerjaan
3. Menghitung volume galian dan timbunan yang perlu disiapkan

### **2.6.3 Sipat Datar Luasan**

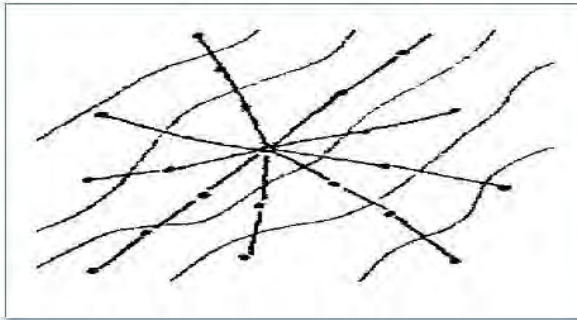
Sipat datar luasan bertujuan untuk menentukan bentuk permukaan tanah pada suatu daerah atau lapangan sehingga dapat dihitung volume galian dan timbunannya. Sipat datar luasan biasanya dilakukan pada perencanaan bangunan yang memerlukan daerah yang rata dan datar seperti pelabuhan udara, lapangan parkir, kompleks gudang dan sebagainya. Bentuk permukaan tanah ditentukan berdasarkan tinggi garis bidik dan lapangan yang akan ditentukan permukaannya dipasang patok–patok yang membagi lapangan menjadi jaring – jaring bujur sangkar dengan luasan yang sama.

Hasil pengukuran tinggi dari patok-patok ini akan dapat digambarkan bentuk permukaan tanahnya, dan dengan data ketinggian patok-patok tersebut dapat dihubungkan menjadi garis kontur. Garis kontur adalah suatu garis khayal yang menghubungkan secara berurutan semua titik yang mempunyai ketinggian yang sama terhadap suatu bidang referensi yang telah dipilih sebelumnya, sehingga garis kontur ini tidak akan pernah berpotongan kecuali pada daerah patahan tegak lurus atau daerah terjal.

#### **▪ Cara Pengukuran Langsung**

Cara ini lebih cenderung menekankan pada kondisi relief dari permukaan tanah, sehingga penyajiannya dilakukan dalam dua tahap:

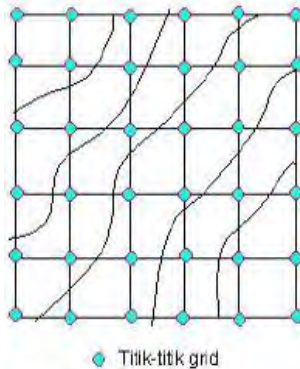
- a. Penyajian kerangka vertikal adalah pengukuran ketinggian dari patok-patok tetap yang didirikan berdasarkan rencana pengukuran.
- b. Pengukuran tinggi titik detail pada daerah pengukuran secara menyebar sesuai dengan kondisi daerahnya ( Nurjati, 2004 ).



Gambar 2.8 Sipat Datar Luas secara Langsung

- **Cara Pengukuran Tidak Langsung**

Cara ini dilakukan berdasarkan pembagian daerah pengukuran menjadi kotak persil tanah sesuai kebutuhan misalnya untuk kapling perumahan, sehingga jelas aspek luas sangat penting sedangkan ketinggian hanya dilakukan pada titik sudut persil dan titik lain yang dianggap perlu. ( Nurjati, 2004 ).



Gambar 2.9 Sipat Datar Luas Tidak Langsung

## 2.7 Kesalahan-kesalahan dalam Pengukuran Sipat Datar

Kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi pada waktu melakukan pengukuran ialah kesalahan sistematis dan kesalahan yang kebetulan. Sedangkan kalau ditinjau dari sumber-sumber



kesalahan dan usaha supaya pengaruh kesalahan itu dapat diperkecil atau bila mungkin pengaruh kesalahan dihilangkan sama sekali. Kesalahan-kesalahan pengukuran dapat disebabkan oleh:

- a. Kesalahan alat yang digunakan
  - Garis bidik tidak sejajar dengan garis arah nivo  
Adapun cara untuk menghilangkan pengaruh kesalahan ini adalah dengan meletakkan alat ukur sipat datar selalu dengan jarak yang sama ke mistar belakang dan mistar depan. Selain itu juga dapat dilakukan dengan cara tempatkan alat ukur sedemikian rupa, sehingga di antara dua titik ujung yang akan ditentukan beda tingginya jumlah jarak ke mistar belakang sama dengan jarak ke mistar depan.
  - Kesalahan garis nol pada mistar  
Cara untuk menghilangkan kesalahan ini adalah dengan membagi jarak antara dua titik ujung dalam jumlah jarak (seksi) yang genap, agar bacaan yang diperoleh dari pembacaan-pembacaan yang salah menjadi benar.
  - Kesalahan nivo kotak  
Untuk menghilangkan pengaruh kesalahan ini adalah dengan mengatur nivo kotak yang digunakan untuk membuat mistar-mistar tegak lurus dengan teliti dan diperiksa sewaktu-waktu dengan teratur.
- b. Kesalahan karena faktor alam
  - Karena lengkungnya permukaan bumi  
Cara menghilangkannya dengan membuat jarak antara alat ke mistar belakang dan depan sama.
  - Melengkungnya cahaya matahari (refraksi)
  - Karena getaran udara  
Jangan melakukan pengukuran pada kondisi cuaca yang sangat panas.
  - Masuknya lagi kakaki tiga dan mistar ke dalam tanah
  - Perubahan garis arah nivo
- c. Kesalahan pada surveyor

- Kesalahan pada mata
- Kesalahan pada pembacaan
- Kesalahan yang kasar (Wongsotjitro, 2002)

## 2.8 Prosedur Pemetaan Topografi dengan *Total Station*

Saat ini telah banyak theodolit elektronik yang digabung atau dikombinasikan dengan alat PJE dan pencatat alat (kolektor) elektronik menjadi alat *Takheometer Elektronik* (ATE), yang dikenal dengan sebutan *total station*. Alat ini dapat membaca dan mencatat sudut horizontal dan vertikal bersama-sama dengan jarak miringnya. Bahkan alat ini juga dilengkapi dengan *mikroposessor*, sehingga dapat melakukan bermacam-macam operasi perhitungan matematis seperti merata-rata hasil sudut ukuran dan jarak-jarak ukuran, menghitung koordinat ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ), menentukan ketinggian objek dari jauh, menghitung jarak antara objek-objek yang dimati, koreksi atmosfer dan koreksi alat. (Basuki, 2006)

Selain dapat mencatat data, total station juga mempunyai kelebihan-kelebihan lain yang berbeda untuk setiap pabrik. Selain bisa digunakan untuk mengukur jarak datar dari objek-objek yang dibidik, alat tersebut dapat pula mengetahui jarak miring antar objek tersebut. Alat ini dapat dipakai secara individu untuk menghitung kesalahan penutup poligon dan menghitung perataan, maupun sebagai bagian dari sistem sebagai pengumpul data, perhitungan secara digital dan plotting secara otomatis. (Basuki, 2006)

*Total Station* dapat digunakan pada sembarang tahapan survei, survei pendahuluan, survei titik kontrol, dan survei pemetaan. *Total station* terutama cocok untuk survei topografi dimana *surveyor* membutuhkan posisi ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) dari sejumlah detail yang cukup banyak (700 s/d 1000 titik per hari), dua kali lebih banyak dari data yang dapat dikumpulkan dengan alat *theodolite* biasa (stadia) dan EDM. Hal ini akan sangat berarti dalam hal peningkatan produktifitas, dan akan menjadikan cara ini dapat bersaing dengan teknik fotogrametri atau survei udara, apalagi telah dapat

dihubungkan langsung dengan komputer atau plotter. (Basuki, 2006)

Adapun prosedur-prosedur untuk menggunakan total station dalam pekerjaan survei dan pemetaan antara lain adalah sebagai berikut:

1. Masukkan data awal (*Initial Data Entry*)
2. Mempelajari keterangan detail/objek
3. Masukkan data titik stasiun
4. Data masukkan dari titik detail

## 2.9 Tachimetry

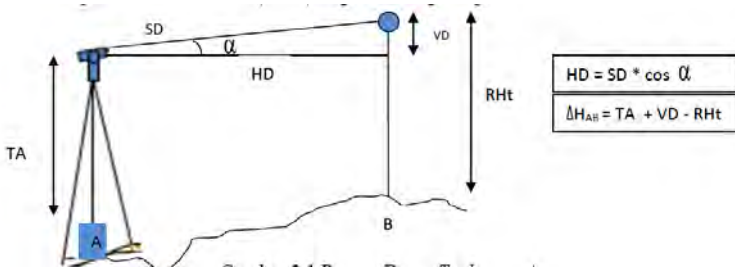
Istilah *Tachymetry* atau *tacheometry* berarti pengukuran dengan cepat. Berasal dari Bahasa Yunani dengan kata dasar *ta-chys*, yang berarti cepat dan *metry* yang berarti pengukuran. (Jack C. McCormac, 1976)

Metode stadia atau yang sering disebut dengan tachimetri di Eropa adalah cara yang cepet dan efisien dalam mengukur jarak yang cukup teliti untuk sipat datar trigonometrik, polygon, dan penentuan lokasi detail topografi. (Wolf dan Ghilani, 2002)

Istilah stadia sekarang dipakai untuk benang silang dan ram-bu yang digunakan dalam pengukuran, maupun nama untuk metodenya sendiri. Pembacaan optis (stadia) dapat dilakukan dengan transit, theodolit, alidade, dan sipat datar. Pengukuran dengan metode tachymetry dibedakan menjadi 2 macam, antara lain :

1. Tachimetri untuk titik bidik horizontal
2. Tachimetri untuk titik bidik vertikal (Wolf dan Ghilani, 2002)

Adapun rumus dasar *Tachymetry* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Gambar 2.10 Rumus Dasar *Tachimetry*

$$HD = SD * \cos \alpha \dots\dots\dots(2.12)$$

$$\Delta H_{AB} = TA + VD - RHt \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan:

- $HD$  = Jarak horizontal
- $SD$  = Jarak miring
- $\Delta H_{AB}$  = Beda tinggi titik A dan B
- $TA$  = Tinggi alat
- $VD$  = Jarak vertikal
- $RHt$  = Tinggi Target

## 2.10 Kesalahan dalam Pengukuran *Tachimetry*

Kesalahan-kesalahan yang terjadi pada pekerjaan dengan sipat datar dan theodolit juga terjadi apada pekerjaan *tachimetry*. Adapun sumber-sumber kesalahan antara lain:

- a. Kesalahan bersumber dari instrument
  - Kesalahan indeks
  - Garis bidik tidak sejajar garis arah nivo teropong
- b. Kesalahan bersumber dari manusia
  - Rambu tidak tegak
  - Kelalaian mendatarkan untuk pembacaan busur vertikal
- c. Kesalahan besar
  - Rambu tidak tegak

## **2.11 Volume**

Pengukuran volume bertujuan untuk mendesain dan estimasi semua pekerjaan konstruksi seperti, jalan raya, rel, dan kanal. Akurasi dari perhitungan tergantung pada tampilan dari garis tinggi dan kepadatan titik tinggi. (Agor, 1982)

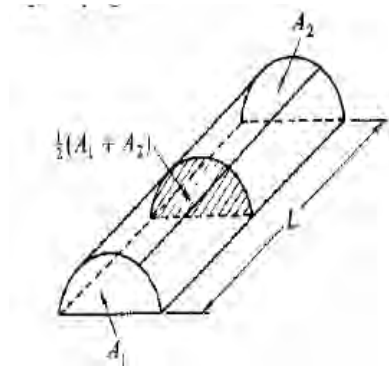
Pengukuran volume secara langsung jarang dikerjakan dalam pengukuran tanah, karena sulit untuk menerapkan dengan sebenar-benarnya sebuah satuan terhadap material yang terlibat. Sebagai gantinya dilakukan pengukuran secara tidak langsung. Untuk memperolehnya dilakukan pengukuran garis dan luas yang mempunyai kaitan dengan volume yang diinginkan. Ada 3 sistem utama yang dipakai untuk melakukan perhitungan volume, yaitu :

1. Metode penampang rata-rata
2. Metode luas satuan atau lubang galian sumbu (borrow-pit)
3. Metode garis kontur (Wolf dan Ghilani, 2002)

### **2.11.1 Metode Penampang Rata-rata**

Pada metode ini, volume total terbagi menjadi beberapa seri dari padatan area dengan potongan melintang. Jarak dari bagian tergantung pada karakter umum dari tanah dan akurasi yang diinginkan. Bagian tambahan juga dapat diambil pada titik-titik perubahan kemiringan di sepanjang garis tengah. Berbagai penampang mungkin terjadi pada permukaan tanah dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Satu bagian penampang
2. Dua bagian penampang
3. Tiga bagian penampang
4. Sisi bukit dua bagian penampang
5. Banyak bagian penampang (Agor, 1982)



Gambar 2.11 Metode Luas Penampang Rata-rata

Berikut adalah rumus umum untuk perhitungan volume dengan metode luas penampang rata-rata:

$$\text{Volume} = \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right) \times d \dots \dots \dots (2.14)$$

Keterangan :

$V$  = Volume

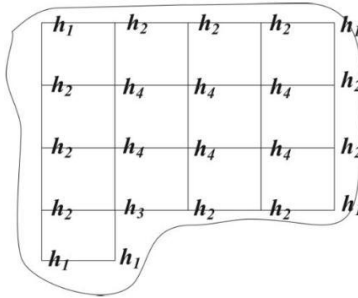
$A_1$  = luas penampang 1

$A_2$  = luas penampang 2

$d$  = jarak antar penampang 1 dan 2

### 2.11.2 Metode Borrow-Pit

Cara menghitung volume dengan Borrow Pit adalah dengan membagi daerah tersebut kedalam beberapa “kapling” yang seragam, biasanya bujur sangkar atau empat persegi panjang.



Gambar 2.12 Metode Borrow-Pit

$$V = A \left( \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4}{4} \right) \dots\dots\dots (2.15)$$

(Charles B. Breed and George L. Hosmer, 1958)

Dimana

- $A$  = luas penampang satu kapling yang seragam ( m<sup>2</sup> )  
 $\sum H_1$  = tinggi yang digunakan untuk menghitung volume 1 kali (m)  
 $\sum H_2$  = tinggi yang digunakan untuk menghitung volume 2 kali (m)  
 $\sum H_3$  = tinggi yang digunakan untuk menghitung volume 3 kali (m)  
 $\sum H_4$  = tinggi yang digunakan untuk menghitung volume 4 kali (m)

### 2.11.3 Metode Kontur

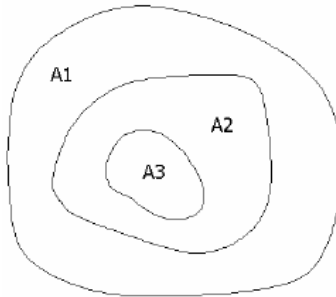
Prinsipnya hampir sama dengan penampang rata-rata.

$$V = \left( \frac{A_1 + A_2 + \dots + A_n}{n} \right) \times ((n - 1) \times d) \dots\dots\dots (2.16)$$

(Yuwono, 2004)

Dimana

- $A_1, A_2, \text{ dan } A_n$  = Luas penampang 1, 2, dan n  
 $d$  = interval kontur (umumnya sama)



Gambar 2.13 Metode Kontur

### 2.12 Probable Error 99%

Uji normalitas data dengan *probable error* 99% atau E99% dilakukan untuk menghasilkan data yang terdistribusi normal dengan tingkat kepercayaan 95%. Data yang tidak memenuhi syarat normalitas akan dieliminasi. Untuk mendapatkan syarat normalitas data, harus dicari dahulu selisih elevasi ke- $i$  ( $S\Delta h_i$ ). Selisih elevasi ke- $i$  dihitung menggunakan rumus:

$$S\Delta h_i = h_1 - h_2 \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan :

$S\Delta h_i$  = Selisih elevasi ke- $i$  (m)

$h_1$  = Elevasi hasil pengukuran alat-1 pada titik ke- $i$

$h_2$  = Elevasi hasil pengukuran alat-2 pada titik ke- $i$

Kemudian dicari rata-rata selisih elevasinya dengan rumus:

$$S\Delta h = \frac{\sum S\Delta h_i}{n} \dots\dots\dots(2.18)$$

Kemudian dicari nilai simpangan baku atau standar deviasi ( $\sigma$ ) untuk mengetahui syarat normalitas datanya dengan rumus:



$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (S\Delta hi - \bar{S\Delta h})^2}{(n-1) \text{ atau } (n)}} \dots\dots\dots(2.19)$$

Keterangan :

- $S\Delta hi$  = Selisih elevasi ke-i (m)  
 $S\Delta h$  = Nilai rata – rata selisih elevasi (m)  
 $\sigma$  = Nilai simpangan baku atau standar deviasi (m)  
 $n-1$  = Jumlah data (untuk sample)  
 $n$  = jumlah data (untuk populasi)

Setelah didapatkan nilai standar deviasi, uji normalitas data dengan *Probable Errors* 99 % ( $E_{99\%}$ ) dilakukan untuk mengetahui distribusi normal data dengan menggunakan rumus :

$$E_{99\%} = 2.567 \times \sigma \dots\dots\dots(2.20)$$

(Wolf dan Ghilani, 1997)

Setelah itu, kemudian dibandingkan dengan  $S\Delta hi$ . Jika nilai  $S\Delta hi$  tidak memenuhi syarat  $(S\Delta h - E_{99\%}) \leq S\Delta hi \leq (S\Delta h + E_{99\%})$  maka data itu harus dieliminasi.

### 2.13 Penelitian Terdahulu

Menurut Beshr dan Elnaga (2011) digital level lebih mudah dan menghemat waktu observasi serta lebih akurat 10-15% dari leveling optik. Selama pengukuran tersebut membutuhkan presisi tinggi maka harus menggunakan *levelling digital*, misalnya pemantauan deformasi struktural yang perlu mempertimbangkan posisi matahari di atas cakrawala, karena kesalahan dari tingkat digitalisasi pengamatan teleskop ketika ditempatkan ke arah matahari meningkatkan kesalahan pengamatan pada rata-rata 30-35%. Akurasi dari total pengamatan stasiun *reflectorless* tergantung terutama pada kekuatan sinyal, yang tercermin dari refleksi permukaan. Intensitas sinyal kembali, sudut refleksi permukaan,

sudut datang. Permukaan dengan warna putih memiliki reflektivitas kuat dari permukaan yang lain.

Menurut MAZALOVÁ, VALENTOVÁ, dan VLČKOVÁ (2010) hasil eksperimen menunjukkan perbedaan antara akurasi pengukuran jarak pada prisma dan target warna dengan yang berbeda. Target reflektansi tidak mempengaruhi akurasi, tetapi jarak pada target gelap tidak diukur sama sekali. Meningkatkan jumlah pengukuran jarak tidak meningkatkan akurasi panjang yang diukur, sebaliknya, meningkatkan varians dari nilai yang terukur. Untuk GPT 8203M peningkatan target ukuran dengan ukuran 1x1 meter secara signifikan meningkatkan akurasi dari jarak yang diukur. Sebaliknya, warna hitam tidak diukur sama sekali. Tak satu pun dari pengukuran, bagaimanapun, tidak melebihi akurasi yang diberikan oleh produsen pada kartu abu-abu, permukaan warna putih. Makalah ini tidak bermaksud untuk menurunkan kualitas instrumen diuji. Ini hanya ingin menarik perhatian pada fakta bahwa untuk pekerjaan yang akurat maka perlu mempertimbangkan kesesuaian penggunaan teknologi tanpa prisma pada pengukuran jarak, atau menguji keakuratan pengukuran untuk setiap kasus tertentu. Fakta bahwa pengamatan yang menunjukkan hasil yang lebih baik daripada yang lain tidak berarti bahwa itu adalah instrumen yang lebih baik untuk tugas-tugas tertentu lainnya.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian ini dilakukan di lahan milik Pakuwon City yang terletak di Kecamatan Sukolilo, Surabaya dan secara astronomis terletak pada  $7^{\circ} 16' 9,90''$  LS dan  $112^{\circ} 48' 23,39''$  BT. Untuk lokasi penelitian yang kedua dilakukan di Gununganyar, Kecamatan Gununganyar, Surabaya. Letak secara astronomis adalah  $7^{\circ} 20' 13,50''$  LS dan  $112^{\circ} 46' 55,48''$  BT.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian  
(Sumber : google earth dan google maps)

Lokasi 1 berada di area Perumahan Pakuwon. Alasan pemilihan lokasi ini karena penulis mencari lokasi yang relatif datar serta tidak terdapat pepohonan yang bisa menghalangi sinar laser yang dipancarkan oleh *Total Station*. Sedangkan untuk lokasi 2 berada di Gununganyar. Pemilihan lokasi ini karena penulis membutuhkan lokasi yang ada gundukan untuk membandingkan hasil dengan lokasi yang relatif datar. Dikarenakan di Surabaya lokasi yang paling sesuai dan mudah dijangkau adalah Gununganyar, maka penulis memilih lokasi ini. Di Gununganyar terdapat semak-semak setinggi kurang lebih 2 meter serta terdapat beberapa pohon.

### 3.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari peralatan pengambilan data dan pengolahan data.

#### 3.2.1 Alat Pengambilan Data

- a. Satu set *Waterpass* Topcon AT-B4



Gambar 3.2 *Waterpass* Topcon AT-B4  
(Sumber : *User Manual* Topcon)

Tabel 3.1 Spesifikasi *Waterpass* Topcon AT-B4

Akurasi	0,5 mm
Pembesaran	24x
Jarak Fokus Terpendek	0,3 meter

b. *Total station* Sokkia WOEE Tipe CX 105



Gambar 3.3 *Total station* Sokkia WOEE Tipe CX 105  
(sumber: *User Manual* Sokkia)

Tabel 3.2 Spesifikasi *Total station* Sokkia WOEE Tipe CX 105

<b>Pengukuran Sudut</b>		
Resolusi Display		1"/5" (0.0002/0.001 gon, 0.005/0.02 mil)
Akurasi (ISO 17123-3:2001)		5"
<b>Pengukuran Jarak</b>		
Laser yang terpancar *1		Mode tanpa prisma : kelas 3R / Prima
Pengukuran	Tanpa prisma*3	0.3 to 500m(1.0 to 1,640ft.)
(dibawah kondisi rata-rata*2)	Reflektif*4/*5	RS90N-K: 1.3 s.d. 500m (4.3 s.d. 1,640ft.), RS50N-K: 1.3 s.d. 300m (4.3 s.d. 980ft.), RS10N-K: 1.3s.d. 100m (4.3 s.d. 320ft.)
Mini prisma		CP01: 1.3 s.d. 2,500m (8,200ft.), OR1PA: 1.3 s.d.

		500m (1,640ft.)
Prisma 1 AP		1.3 s.d. 4,000m (4.3 s.d. 13,120ft.) /dalam kondisi yang baik*6: 5,000m (16,400ft.)
Prisma 3 AP		sampai 5,000m (16,400ft.) / dalam kondisi yang baik*6: to 6,000m (19,680ft.)
Akurasi*2	Tanppa pris- ma*3	(3+2ppm x D) mm*7
(ISO 17123- 4:2001)	Reflektif*4	(3+2ppm x D) mm
(D=pengukuran jarak dalam mm)	Prisma AP/CP	(2+2ppm x D) mm
Lama pengukuran*8		<i>Fine</i> : 0.9s (initial 1.7s), <i>Rapid</i> : 0.7s (initial 1.4s), <i>Tracking</i> : 0.3s (initial 1.4s)

- \*1 IEC60825-1:Ed.2.0:2007 / FDA CDRH 21 CFR bagian 1040.10 dan 11
- \*2 Rata-rata kondisi: sedikit berkabut, jarak pandang sekitar 20km (12 mil), cerah, sedikit terik.
- \*3 Dengan Kodak Gray Card Putih Side ( 90 % reflektif ). Ketika brightness di permukaan yang diukur adalah 30.000 lx atau kurang. Akurasi *reflectorless* dapat bervariasi sesuai dengan benda yang diukur, situasi observasi dan kondisi lingkungan.
- \*4 Saat sudut datang sinar pengukuran adalah 30 ° dalam kaitannya dengan target lembar reflektif.
- \*5 Kisaran Mengukur suhu dari -30 sampai -20 ° C (-22 to -4 ° F) dengan model Suhu Rendah dan 50 sampai 60 ° C (122-140 ° F) dengan model Suhu Tinggi: RS90N - K : 1.3 300m (980ft 4.3 untuk), RS50N-

K:1,3 sampai 180m (590ft 4.3 untuk), RS10N-K:1,3 sampai 60m (190ft 4.3 untuk)

- \*6 Kondisi baik : Tidak ada kabut, jarak pandang sekitar 40km (25 mil), mendung, tidak ada kilau.
- \*7 Kisaran pengukuran:0.3 sampai 200m
- \*8 Khusus, dalam kondisi yang baik. Waktu pengukuran *reflectorless* dapat bervariasi sesuai dengan benda yang diukur, situasi observasi dan kondisi lingkungan.

c. *Total station* Foif OTS 650-R300



Gambar 3.4 *Total station* Foif RTS/OTS 650  
(sumber: *User Manual* Foif)

Tabel 3.3 Spesifikasi *Total station* Foif RTS/OTS 650

Jarak terjauh tanpa prisma	300m
----------------------------	------

d. *GPS* Garmin Eragon 550

Gambar 3.5 *GPS* Garmin Eragon 550  
(sumber: *User Manual* Garmin)

Tabel 3.4 Spesifikasi *GPS* Garmin Eragon 550

Resolusi Layar, LxP	240 x 400 piksel
Tipe Layar	<i>Color transflective TFT touchscreen</i>
Tahan Air	iya (IPX7)
<i>Floats</i>	tidak
<i>High-sensitivity receiver</i>	ya
<i>Basemap</i>	Ya
<i>Preloaded</i> peta jalan	Tidak
Kemampuan untuk menambahkan peta	Ya
Kapasitas memori	850 MB
Menerima data	<i>microSD™ card (not included)</i>
<i>Waypoints</i> / favorit / lokasi	2000
<i>Routes</i>	200
Panjang trek	10.000 poin, 200 <i>tracks</i>



### 3.2.2 Alat untuk Pengolahan Data

#### a. Perangkat keras :

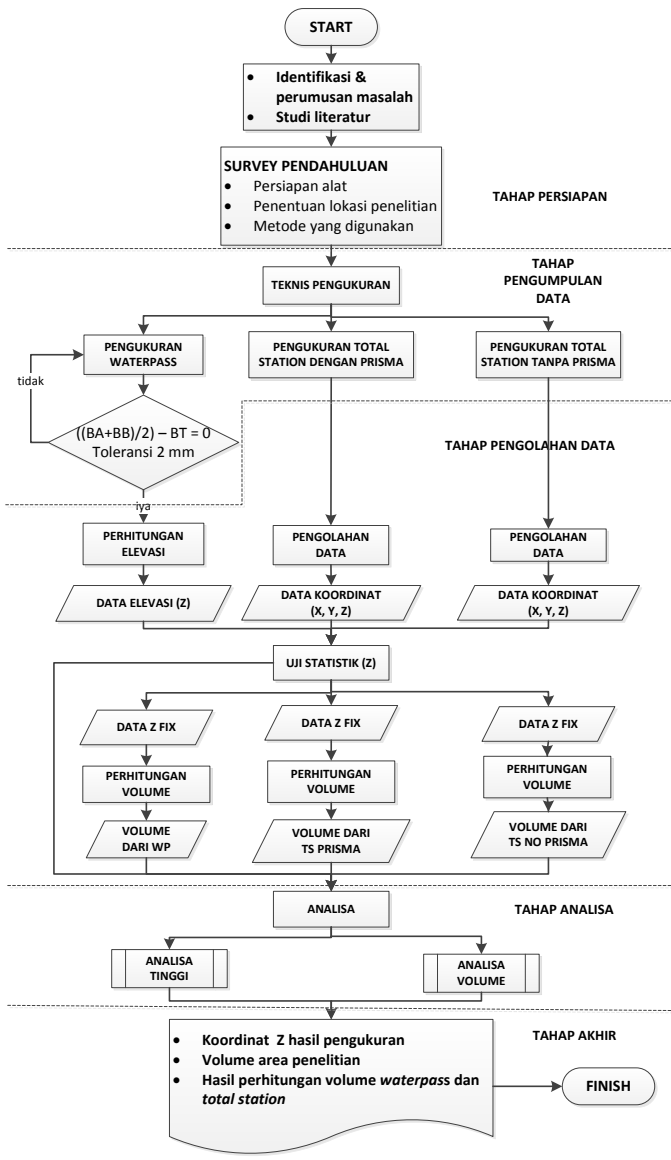
- Satu unit laptop untuk mengolah data pengukuran dan pembuatan laporan
- Satu unit printer untuk mencetak laporan hasil penelitian.

#### b. Perangkat lunak :

- Microsoft Office 2010 untuk membuat laporan, diagram alir, dan power point.
- MicroCad Survey 2002 untuk mengunduh dan mengolah data pengukuran dari *total station foif*.
- Sokkia Link untuk mengunduh dan mengolah data hasil pengukuran dari *total station sokkia*.
- Autodesk Land Desktop 2009 untuk menampilkan koordinat hasil pengukuran dan menghitung volume.

### 3.3 Metodologi Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan sesuai dengan diagram alir berikut :



Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian

Penjelasan lebih mendetail tentang diagram alir di atas adalah:

### **1. Tahap Persiapan**

Tahapan ini dengan melakukan identifikasi dan perumusan masalah yang kemudian diteruskan dengan studi literatur, baik dari buku-buku yang berkaitan, tulisan-tulisan tentang penelitian yang sudah pernah dilakukan, maupun dari internet. Persiapan alat-alat yang akan digunakan, seperti melakukan uji pengukuran menggunakan alat sipat datar dan *total station* untuk mengetahui nilai koreksi yang akan diberikan pada setiap hasil pembacaan dengan alat-alat tersebut. Selain itu juga dilakukan persiapan lokasi penelitian dengan memasang patok setiap  $\pm 10$  meter pada lokasi serta melakukan identifikasi mengenai kegiatan dan metode pengukuran menggunakan *total station* dengan prisma dan *total station* tanpa prisma yang akan digunakan untuk tahapan pengumpulan data.

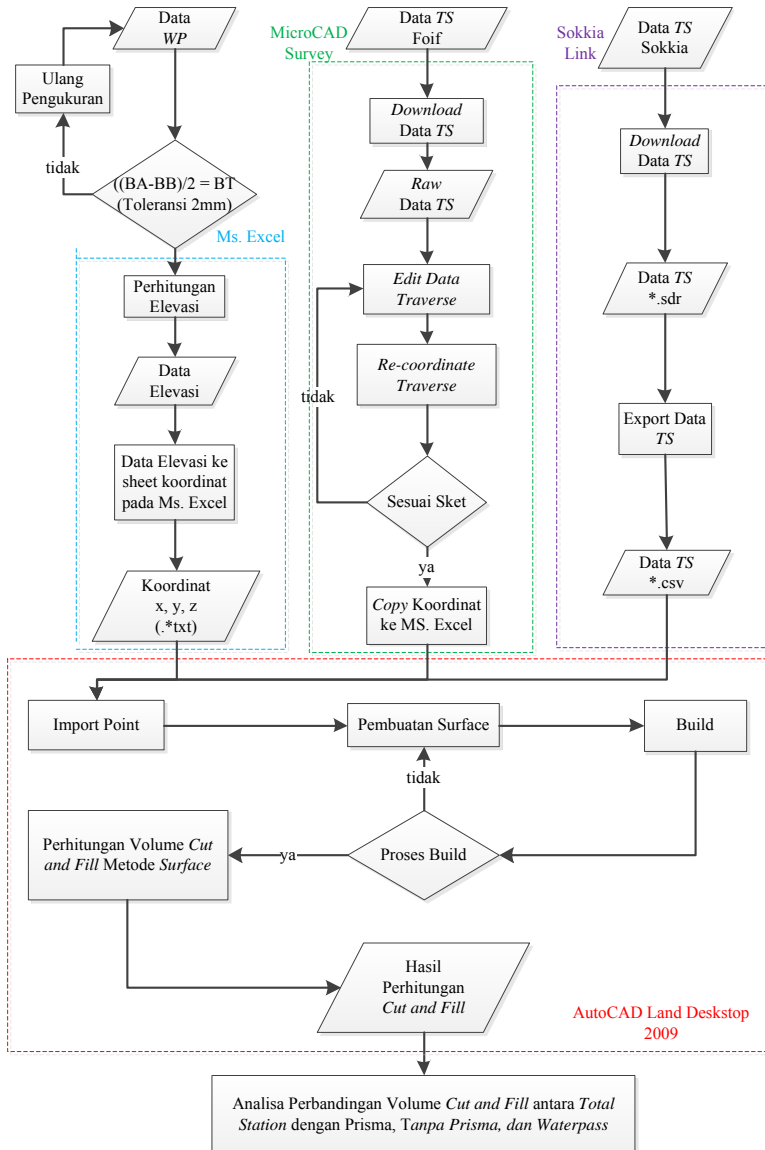
### **2. Pengumpulan Data**

Tahapan ini merupakan tahap mengumpulkan data-data yang akan digunakan dalam penelitian. Tahapan ini dibagi menjadi dua bagian yaitu pengumpulan data menggunakan *total station* dengan menggunakan prisma dan *total station* tanpa menggunakan prisma dengan interval jarak tiap titik detail  $\pm 10$  m. *Total station* yang digunakan ada dua jenis. Area pengukuran juga dibedakan menjadi daerah yang relatif datar dan bergelombang. Sedangkan untuk data yang dianggap benar diambil menggunakan *waterpass* (sipat datar).

### **3. Pengolahan Data**

Tahap pengolahan data, untuk pengukuran *total station* Foif *download* data menggunakan *software microCAD Survey* kemudian diolah didalamnya untuk melakukan koreksi. Kemudian koordinat yang didapat disimpan dalam bentuk \*.csv. Untuk data dari *total station* Sokkia tidak dapat dilakukan pengolahan pada *software microCAD Sur-*

vey, karena Sokkia mempunyai *software* sendiri untuk men-*download* data yaitu *Sokkia Link*. Data yang didapat berbentuk \*.sdr kemudian di-*export* kedalam bentuk \*.csv atau \*.xls. Kemudian, data hasil kedua pengukuran di plot pada *software AutoCAD Land Dakstop* untuk dilakukan penggambaran. Sedangkan untuk data yang diperoleh menggunakan *Waterpass* (Sipat datar) diolah menggunakan *software* microsoft xls. Koordinat X dan Y untuk sipat datar diperoleh dari koordinat X dan Y pengukuran *total station* menggunakan Sokkia prisma. Perhitungan volume menggunakan metode *surface* yang ada pada *software AutoCAD*. Data yang diperoleh adalah data hasil perhitungan volume dari data pengukuran *total station* dan *waterpass*. Semua hasil yang diperoleh telah dilakukan uji statistik terlebih dahulu.



Gambar 3.7 Diagram Alir Pengolahan Data

#### 4. Analisis

Tahap ini melakukan analisis terhadap hasil pengolahan data, dilakukan secara mendetail mengenai proses pengerjaan dan melakukan evaluasi tahapan - tahapannya. Kemudian juga dilakukan analisa terhadap data hasil pengukuran *total station* dengan menggunakan prisma maupun *total station* tanpa menggunakan prisma agar didapatkan nilai perbedaan diantara kedua data pengukuran tersebut.

- Perbandingan standar deviasi dari selisih elevasi hasil pengukuran *Total Station Foif* prisma dan nonprisma – *waterpass* dan *Total Station Sokkia* prisma dan nonprisma – *waterpass* (pada area yang relatif datar dan bergelombang).
- Perbandingan volume *cut and fill* yang diukur menggunakan *Total station prisma* dan *Total station nonprisma* dengan referensi elevasi yang diukur menggunakan *waterpass*.

#### 5. Tahap akhir

Tahap ini dilakukan pembuatan laporan Tugas Akhir dari proses pelaksanaan tugas akhir hingga analisis yang telah dilakukan yang kemudian dilakukan penarikan kesimpulan dari pelaksanaan tugas akhir ini. Hasil dari penelitian tugas akhir ini adalah berupa koordinat dan volume hasil pengukuran *total station* dengan prisma dan *total station* tanpa prisma yang kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran dengan *waterpass* (Sipat datar) pada area yang relatif datar dan bergelombang.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Pengecekan Garis Bidik Waterpass

Sebelum digunakan untuk melakukan penelitian, ada baiknya waterpass dicek terlebih dahulu garis bidiknya. Hal ini dikarenakan data waterpas merupakan data yang dianggap paling benar dalam penelitian. Bertujuan agar data yang diperoleh akurat dan presisi.

Tabel 4.1 Hasil Pengecekan Garis Bidik *Waterpass*

bt blk	bt muka		ba bb blk	ba bb muka	$\Delta h$	d blk	d muka
1,029	1,051	ba	1,062	1,066	-0,022	6,6	3
		bb	0,997	1,036			
		total	2,059	2,102			
1,065	1,087	ba	1,080	1,121	-0,022	3	6,6
		bb	1,050	1,054			
		total	2,130	2,175			

\*satuan dalam meter

Keterangan:

bt = benang tengah  
ba = benang atas  
bb = benang bawah  
d = jarak  
 $\Delta h$  = beda tinggi  
blk = belakang

Pengecekan kesejajaran antara garis bidik dan garis nivo dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$kesalahan = \frac{\Delta h_2 - \Delta h_1}{(dbl k_2 - dm_1) - (dbl k_1 - dm_2)} \dots \dots \dots (4.1)$$

$$= \frac{(-0,022) - (-0,022)}{(3-3) - (6,6-6,6)} = 0$$

Keterangan rumus:

$\Delta h_1$  = beda tinggi pada posisi 1

$\Delta h_2$  = beda tinggi pada posisi 2

$dblk_1$  = jarak titik bacaan belakang posisi 1

$dblk_2$  = jarak titik bacaan belakang posisi 2

$dm_1$  = jarak titik bacaan muka posisi 1

$dm_2$  = jarak titik bacaan muka posisi 2

Berdasarkan pengecekan garis bidik di atas, dapat diketahui bahwa kesalahan garis bidik pada waterpas adalah nol. Jadi data hasil pengukuran yang nantinya diperoleh, tidak perlu dilakukan koreksi kesalahan garis bidik, karena memang besar kesalahannya adalah 0.

## 4.2 Koordinat Titik Acuan Hasil Pengukuran *Total Station* dan *Waterpas*

Data koordinat hasil pengukuran disajikan dalam sistem proyeksi *Universal Traverse Mercator (UTM)*. Data koordinat acuan diperoleh dengan menggunakan *GPS Navigasi* untuk koordinat horizontal (x,y). Sedangkan koordinat vertikal (z) diperoleh dari hasil pengukuran waterpass.

### 4.2.1 Area Pakuwon

Area pakuwon mempunyai 2 titik acuan yaitu poin 7.6 dan point 18.6. Berikut data koordinat titik acuan:

Tabel 4.2 Koordinat Acuan Area Pakuwon

	Point 7.6	Point 18.6
x (m)	700236	700349
y (m)	9194063	9194062
z (m)	10	10,26



#### 4.2.2 Area Gununganyar

Untuk area Gununganyar mempunyai 2 titik acuan yang diukur menggunakan *GPS Navigasi*. Selain itu, area Gununganyar juga mempunyai titik poligon dengan jumlah 7 titik. Berikut data koordinat titik poligon:

Tabel 4.3 Koordinat Acuan Area Gununganyar

Point	X (m)	Y (m)	Z (m)
BSU	696742,252	9188526,57	0
T1	696733,253	9188560,58	3,039
T2	696733,421	9188529,7	-0,016
T3	69676,72	9188541,61	0,045
T4	696753,372	9188580,55	0,663
T5	696711,939	9188581,84	1,091
T6	696693,904	9188560,62	1,132

#### 4.3 Elevasi Hasil Pengukuran

Hasil perhitungan elevasi (h) dari pengukuran menggunakan *total station* dan *waterpass* disajikan berdasarkan lokasi penelitian.

##### 4.3.1 Area Pakuwon

Berikut adalah beberapa elevasi titik hasil pengukuran menggunakan *Total Station Foif*, *Total Station Sokkia*, dan *waterpass*:

Tabel 4.4 Beberapa Titik dengan Elevasi Hasil Pengukuran *Total Station Foif*, *Total Station Sokkia*, dan *Waterpass* Area Pakuwon

Point	Elevasi (m)				
	Wp	Foif		Sokkia	
		Prisma	TPrisma	Prisma	TPrisma
1.1	10,066	10,056	10,048	10,038	10,058
1.2	10,025	10,01	10,007	9,995	10,002

Point	Elevasi (m)				
	Wp	Foif		Sokkia	
		Prisma	TPrisma	Prisma	TPrisma
1.3	9,92	9,914	9,901	9,892	9,897
1.4	9,876	9,87	9,862	9,851	9,855
1.5	9,89	9,883	9,873	9,872	9,888
1.6	9,791	9,777	9,784	9,775	9,777
1.7	9,906	9,902	9,899	9,893	9,895
1.8	9,893	9,887	9,888	9,89	9,884
1.9	9,955	9,953	9,929	9,948	9,946
1.10	9,977	9,972	9,97	9,97	10,016

Catatan : Titik lainnya ada di lampiran.

#### 4.3.2 Gununganyar

Berikut adalah beberapa elevasi titik hasil pengukuran menggunakan *Total Station Foif*, *Total Station Sokkia*, dan *Sokkia*, dan *waterpass*:

Tabel 4.5 Beberapa Titik dengan Elevasi Hasil Pengukuran *Total Station Foif*, *Total Station Sokkia*, dan *Waterpass Area Gununganyar*

Point	Elevasi (m)				
	Wp	Foif		Sokkia	
		Prisma	TPrisma	Prisma	TPrisma
BS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
P1	2,130	2,066	2,068	2,139	2,138
P2	3,195	3,112	3,111	3,197	3,197
P3	3,383	3,313	3,29	3,385	3,386
P4	3,305	3,228	3,214	3,308	3,308
P5	3,167	3,065	3,07	3,165	3,166

Point	Elevasi (m)				
	Wp	Foif		Sokkia	
		Prisma	TPrisma	Prisma	TPrisma
P6	3,014	2,924	2,925	3,012	3,012
P7	3,009	2,912	2,919	3,007	3,006
P8	3,150	3,055	3,057	3,151	3,152
P9	3,020	2,918	2,863	3,021	3,062
P10	3,260	3,152	3,165	3,258	3,259

Catatan : Titik lainnya ada di lampiran.

#### 4.4 Standar Deviasi Pengukuran

Standar deviasi selisih tinggi hasil pengukuran dibagi menjadi dua bagian. Hal ini dikarenakan lokasi penelitian yang juga terdiri dari 2 area.

##### 4.4.1 Area Pakuwon

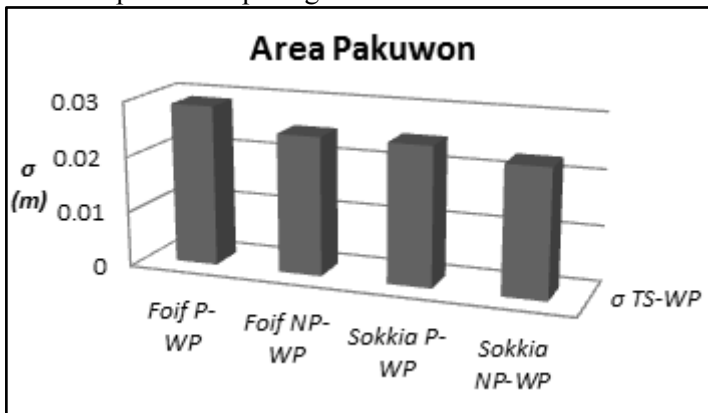
Luas area Pakuwon adalah  $20140,314 \text{ m}^2$ . Standar deviasi selisih elevasi *Total Station Foif prisma-waterpas* adalah  $0,029 \text{ m}$ , *Total Station Foif nonprisma-waterpas* adalah  $0,025 \text{ m}$ , *Total Station Sokkia prisma-waterpas* adalah  $0,025 \text{ m}$ , *Total Station Sokkia nonprisma-waterpas* adalah  $0,023 \text{ m}$ .

Tabel 4.6 Nilai Standar Deviasi Selisih Elevasi Area Pakuwon

Alat	$\sigma \text{ (m)}$
Foif Prisma-waterpas	0,029
Foif Nonprisma-waterpas	0,025
Sokkia Prisma-waterpas	0,025
Sokkia Nonprisma-waterpas	0,023

Dari tabel 4.6 dapat disimpulkan bahwa nilai standar deviasi dari selisih elevasi *total station-waterpas* di area Pakuwon dengan nilai terkecil adalah *Total Station Sokkia nonprisma-*

*waterpas*. Diagram batang standar deviasi selisih elevasi area Pakuwon dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram Batang Standar Deviasi Selisih Elevasi Area Pakuwon

#### 4.4.2 Area Gununganyar

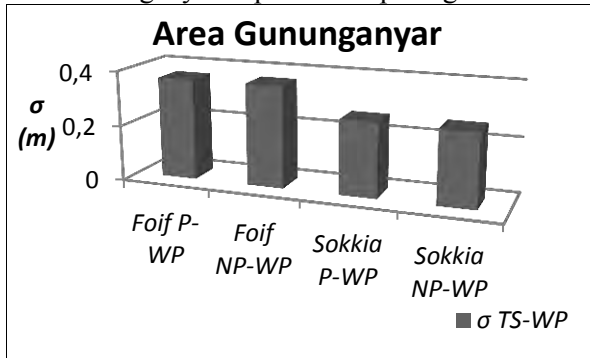
Luas area Gununganyar adalah 2278,936 m<sup>2</sup>. Standar deviasi selisih elevasi *Total Station Foif prisma-waterpas* adalah 0,365 m, *Total Station Foif nonprisma-waterpas* adalah 0,367 m, *Total Station Sokkia prisma-waterpas* adalah 0,267 m, *Total Station Sokkia nonprisma-waterpas* adalah 0,264 m.

Tabel 4.7 Nilai Standar Deviasi Selisih Elevasi Area Penelitian Gununganyar

Alat	$\sigma$ (m)
Foif Prisma-waterpas	0,365
Foif Nonprisma-waterpas	0,367
Sokkia Prisma-waterpas	0,267
Sokkia Nonprisma-waterpas	0,264

Dari tabel 4.7 dapat disimpulkan bahwa nilai standar deviasi dari selisih elevasi *total station-waterpas* di area

Gununganyar dengan nilai terkecil adalah *Total Station Sokkia nonprisma-waterpas*. Diagram batang standar deviasi selisih elevasi area Gununganyar dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Diagram Batang Standar Deviasi Selisih Elevasi Area Gununganyar

#### 4.5 Hasil Perhitungan Volume

Perbandingan volume *cut and fill* di area Pakuwon dan Gununganyar dapat dilihat pada tabel 4.5. Hasil perhitungan volume untuk area pakuwon dengan menggunakan alat *Total Station Foif prisma* adalah sebesar 203646,611 m<sup>3</sup>, *Total Station Foif Nonprisma* adalah sebesar 203814,773 m<sup>3</sup>, *Total Station Sokkia Prisma* adalah sebesar 203775,680 m<sup>3</sup>, *Total Station Sokkia nonprisma* adalah sebesar 203915,755 m<sup>3</sup>, dan *Waterpass* adalah sebesar 203711,624 m<sup>3</sup>.

Tabel 4.8 Total Volume *Cut and Fill* Area Pakuwon

ALAT	VOLUME
<i>Total Station Foif Prisma</i>	203646,611 m <sup>3</sup>
<i>Total Station Foif Nonprisma</i>	203814,773 m <sup>3</sup>
<i>Total Station Sokkia Prisma</i>	203915,755 m <sup>3</sup>
<i>Total Station Sokkia Nonprisma</i>	203775,680 m <sup>3</sup>
<i>Waterpass</i>	203711,624 m <sup>3</sup>
LuasArea	20140,314 m <sup>3</sup>

Sedangkan untuk hasil perhitungan volume area gununganyar dengan menggunakan alat *Total Station Foif prisma* adalah sebesar 4983,849 m<sup>3</sup>, *Total Station Foif nonprisma* adalah sebesar 4992,262 m<sup>3</sup>, *Total Station Sokkia Prisma* adalah sebesar 5211,746 m<sup>3</sup>, *Total Station Sokkia nonprisma* adalah sebesar 5235,874 m<sup>3</sup>, dan *Waterpass* adalah sebesar 5207,293 m<sup>3</sup>.

Tabel 4.9 Total Volume Cut and Fill Area Gununganyar

ALAT	VOLUME
Total Station Foif Prisma	4983,849 m <sup>3</sup>
Total Station Foif Nonprisma	4992,262 m <sup>3</sup>
Total Station Sokkia Prisma	5211,746 m <sup>3</sup>
Total Station Sokkia Nonprisma	5235,874 m <sup>3</sup>
Waterpass	5207,293 m <sup>3</sup>
LuasArea	2278,936 m <sup>2</sup>

4.6 Analisa Hasil Perhitungan Elevasi

Hasil Perhitungan elevasi (h) dari pengukuran menggunakan *total station* dan *waterpass* adalah sebagai berikut:

a. Area Pakuwon

Berikut adalah beberapa elevasi titik hasil pengukuran menggunakan *Total Station Foif*, *Total Station Sokkia*, dan *waterpass*:

Tabel 4.10 Beberapa Selisih Elevasi Hasil Pengukuran *Total Station Foif*, *Total Station Sokkia*, dan *waterpass* Area Pakuwon

POINT	FOIF (m)		SOKKIA	
	SΔhi	SΔhi	SΔhi	SΔhi
	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)
1.1	-0,010	-0,018	-0,028	-0,008
1.2	-0,015	-0,018	-0,030	-0,023
1.3	-0,006	-0,019	-0,028	-0,023
1.4	-0,006	-0,014	-0,025	-0,021

POINT	FOIF (m)		SOKKIA (m)	
	SΔhi	SΔhi	SΔhi	SΔhi
	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)
1.5	-0,007	-0,017	-0,018	-0,002
1.6	-0,014	-0,007	-0,016	-0,014
1.7	-0,004	-0,007	-0,013	-0,011

Catatan : Titik lainnya ada di lampiran.

Keterangan:

SΔhi : Selisih pengukuran menggunakan *total station* dan *waterpass*

WP : *waterpass*

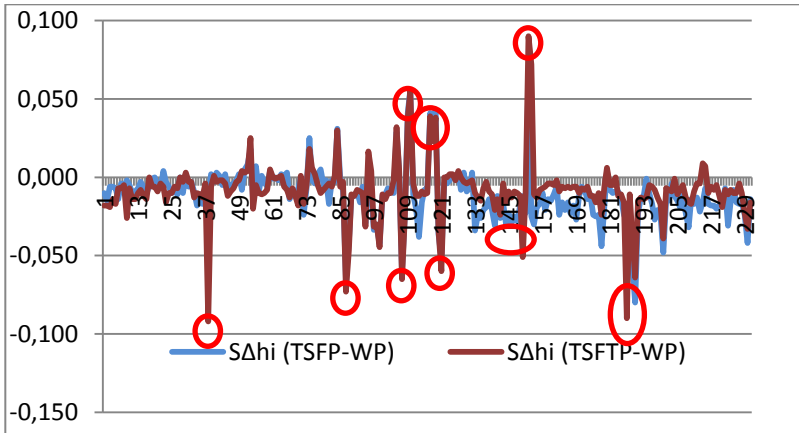
TSFP : *Total Station Foif* Prisma

TSFTP : *Total Station Foif* Tanpa Prisma

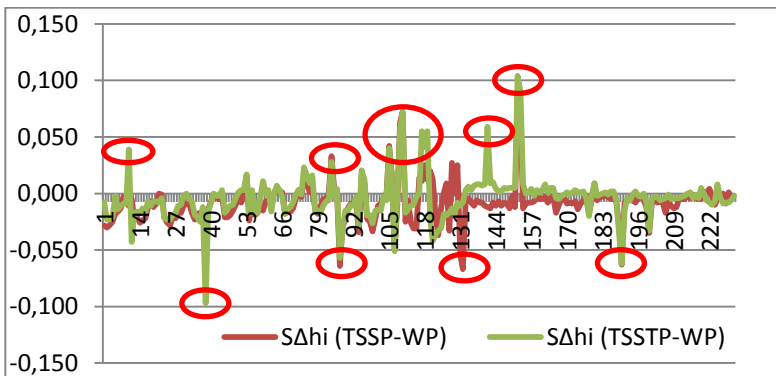
TSSP : *Total Station Sokkia* Prisma

TSSTP : *Total Staion Sokkia* Tanpa Prisma

Untuk area Pakuwon ini terdapat 226 buah titik yang diukur menggunakan *Total Staion Foif* prisma dan nonprisma, *Total Staion Sokkia* prisma dan nonprisma serta *waterpass*. Berikut adalah grafik yang menggambarkan selisih elevasi (SΔhi) tiap titik pada masing-masing metode pengukuran:



Gambar 4.3 Grafik Selisih Elevasi Pengukuran *Total Station Foif- waterpass* Tiap Titik Sebelum Uji Normalitas Area Penelitian Pakuwon



Gambar 4.4 Grafik Selisih Elevasi Pengukuran *Total Station Sokkia- waterpass* Tiap Titik Sebelum Uji Normalitas Area Penelitian Pakuwon

Berdasarkan grafik pada gambar 4.3 dan gambar 4.4 di atas dapat dilihat bahwa terdapat *spike* yang menunjukkan selisih yang cukup besar antara pengukuran *Total Staion Foif* prisma, *Total Staion Foif* nonprisma,



*Total Staion Sokkia prisma, Total Staion Sokkia nonprisma dengan WP. Standar deviasi selisih elevasi untuk area pakuwon pada pengukuran Total Station Foif prisma-waterpass adalah 0,029 m, Total Station Foif nonprisma-waterpass adalah 0,025 m, Total Station Sokkia prisma-waterpass adalah 0,025 m, Total Station Sokkia nonprisma-waterpass adalah 0,023 m. Berikut tabel yang menunjukkan selisih elevasi yang besar antara pengukuran Total Station Foif prisma-waterpass, Total Station Foif nonprisma-waterpass, Total Station Sokkia prisma-waterpass, Total Station Sokkia nonprisma-waterpass:*

**Tabel 4.11 Beberapa Titik dengan Selisih Elevasi Besar dari Hasil Pengukuran Total Staion dan waterpass**

Foif Prisma		Foif Nonprisma		Sokkia Prisma		Sokkia Nonprisma	
Point	SAhi (TSFP-WP)	Point	SAhi (TSFTP-WP)	Point	SAhi (TSSP-WP)	Point	SAhi (TSSTP-WP)
8.7	0,031	4.5	-0,092	8.7	0,033	8.11	-0,033
9.9	-0,034	8.11	-0,047	9.6	-0,034	10.8	-0,051
10.8	-0,061	9.6	-0,031	9.11	-0,034	10.10	0,056
11.9	0,043	9.9	-0,031	10.6	0,042	10.11	0,072
11.10	-0,036	9.11	-0,044	10.8	-0,050	11.7	0,055
11.11	-0,052	10.6	0,032	10.10	0,063	11.8	0,041
13.1	-0,034	10.8	-0,065	10.11	0,072	11.9	0,055
13.8	-0,031	10.10	0,038	11.4	-0,031	11.11	-0,042
17.2	-0,044	10.11	0,055	11.5	-0,031	12.1	-0,036
18.2	-0,056	11.7	0,039	12.2	-0,037	12.2	-0,033
19.2	-0,048	11.9	0,038	12.6	-0,033	12.3	-0,031
19.11	-0,032	11.10	-0,034	12.10	-0,054	13.9	0,059
21.3	-0,031	11.11	-0,060	12.11	-0,067	19.2	-0,033
21.10	-0,042	19.2	-0,039	19.2	-0,035		

\*satuan dalam meter

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Selisih Elevasi Sebelum Uji Normalitas

	FOIF PRISMA- WP	FOIF TPRISMA- WP	SOKKIA PRISMA-WP	SOKKIA TPRISMA-WP
n	226	226	226	226
SΔh (m)	0,014	0,012	0,012	0,011
SΔh <sub>max</sub> (m)	0,056	0,055	0,072	0,072
SΔh <sub>min</sub> (m)	-0,061	-0,092	-0,067	-0,097
σ (m)	0,029	0,025	0,025	0,023
E <sub>99%</sub>	0,076	0,065	0,065	0,060
SΔh - E <sub>99%</sub> (m)	-0,061	-0,053	-0,053	-0,048
SΔh + E <sub>99%</sub> (m)	0,090	0,077	0,078	0,071

Keterangan:

N = Jumlah titik

SΔh = Selisih elevasi rata-rata

SΔh<sub>max</sub> = Selisih elevasi tertinggiSΔh<sub>min</sub> = Selisih elevasi terendah

σ = Standar deviasi

E<sub>99%</sub> = Nilai *Probable error* 99%SΔh - E<sub>99%</sub> = Syarat penerimaan nilai SΔh minimumSΔh+E<sub>99%</sub> = Syarat penerimaan nilai SΔh maksimum

Uji normalitas data dilakukan dengan *Probable Errors* 99%. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai E<sub>99%</sub> untuk *Total Station Foif Prisma- waterpass* adalah sebesar 0,076 m, *Total Station Foif Nonprisma- waterpass* adalah 0,065 m, *Total Station Sokkia Prisma- waterpass* adalah 0,065 m, *Total Station Sokkia Nonprisma- waterpass* adalah 0,060 m. Sehingga rentang syarat normalitas adalah -0,061 m ≤ SΔh ≤ 0,090 m untuk pengukuran *Total Station Foif Prisma- waterpass*, -0,053 m ≤ SΔh ≤ 0,077 m untuk pengukuran *Total Station Foif Nonprisma- waterpass*, -

$0,053 \text{ m} \leq S\Delta h_i \leq 0,078 \text{ m}$  untuk pengukuran *Total Station Sokkia Prisma- waterpass*,  $-0,048 \text{ m} \leq S\Delta h_i \leq 0,071 \text{ m}$  untuk pengukuran *Total Station Sokkia Nonprisma- waterpass*. Setelah dilakukan uji normalitas, didapatkan 2 data yang dieliminasi pada pengukran *Total Station Foif Nonprisma- waterpass* karena tidak memenuhi syarat normalitas. Berikut adalah tabel hasil perhitungan selisih elevasi setelah melalui uji normalitas dan pengeliminasian data yang tidak memenuhi syarat:

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Selisih Elevasi Sesudah Uji Normalitas

	FOIF PRISMA- WP	FOIF TPRISMA- WP	SOKKIA PRISMA- WP	SOKKIA TPRISMA- WP
n	226	225	226	226
$S\Delta h$ (m)	0,014	0,012	0,012	0,011
$S\Delta h_{i_{\max}}$ (m)	0,056	0,055	0,072	0,072
$S\Delta h_{i_{\min}}$ (m)	-0,061	-0,060	-0,067	-0,097
$\sigma$ (m)	0,029	0,025	0,025	0,023
$E_{99\%}$	0,076	0,064	0,065	0,060
$S\Delta h - E_{99\%}$ (m)	-0,061	-0,052	-0,053	-0,048
$S\Delta h + E_{99\%}$ (m)	0,090	0,076	0,078	0,071

Selain dilakukan analisa terhadap standar deviasi, hasil pengukuran beda tinggi juga dianalisa menggunakan keterkaitan antara jarak dan beda tinggi yang diperoleh.

Tabel 4.14 Sampel Titik dengan Selisih Elevasi Hasil Pengukuran *Total Station* dan *waterpass* Area Pakuwon

POINT	Foif (m)		Sokkia (m)		d
	S $\Delta$ hi	S $\Delta$ hi	S $\Delta$ hi	S $\Delta$ hi	
	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)	
1.1	-0,010	-0,018	-0,024	-0,008	79,597
5.10	-0,015	-0,020	-0,028	-0,018	44,484

Pada umumnya, semakin jauh jarak pengukuran suatu titik terhadap tempat berdiri alat, maka kemungkinan memiliki kesalahan semakin besar juga. Namun berbeda halnya dengan hasil penelitian ini, hal tersebut dapat dikarenakan beberapa faktor seperti, setiap alat mempunyai jarak ideal masing-masing dalam suatu pengukuran, dimana pada jarak ideal tersebut didapat data hasil pengukuran yang baik, kesalahan sistematis, *human error*, faktor cuaca.

b. Area Gununganyar

Berikut adalah beberapa elevasi titik hasil pengukuran menggunakan *TS Foif* dan *WP*:

Tabel 4.15 Beberapa Titik dengan Elevasi Hasil Pengukuran *TS Foif* dan *WP* Area Gununganyar

POINT	Foif (m)		Sokkia (m)	
	S $\Delta$ hi	S $\Delta$ hi	S $\Delta$ hi	S $\Delta$ hi
	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)
BS	0,000	0,000	0,000	0,000
P1	-0,064	-0,062	0,009	0,008
P2	-0,083	-0,084	0,002	0,002
P3	-0,070	-0,093	0,002	0,003
P4	-0,077	-0,091	0,003	0,003

POINT	Foif (m)		Sokkia (m)	
	SΔhi	SΔhi	SΔhi	SΔhi
	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)
P5	-0,102	-0,097	-0,002	-0,001
P6	-0,090	-0,089	-0,002	-0,002
P7	-0,097	-0,09	-0,002	-0,003
P8	-0,095	-0,093	0,001	0,002
P9	-0,102	-0,157	0,001	0,042

Catatan : Titik lainnya ada di lampiran

Keterangan:

SΔhi : Selisih pengukuran menggunakan *total station* dan *waterpass*

WP : *waterpass*

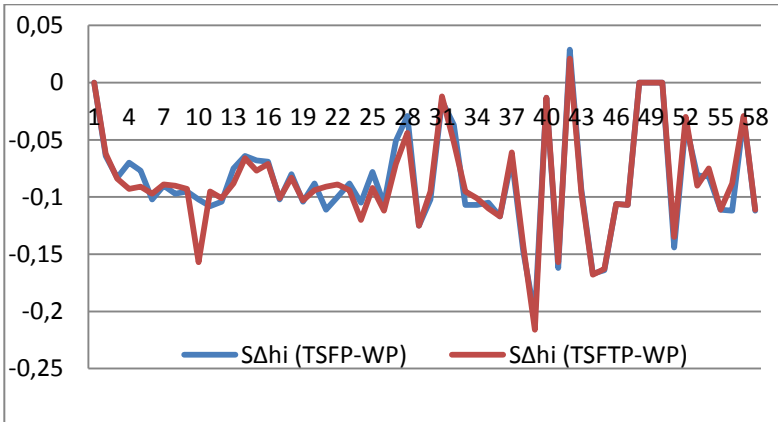
TSFP : *Total Station Foif* Prisma

TSFTP : *Total Station Foif* Tanpa Prisma

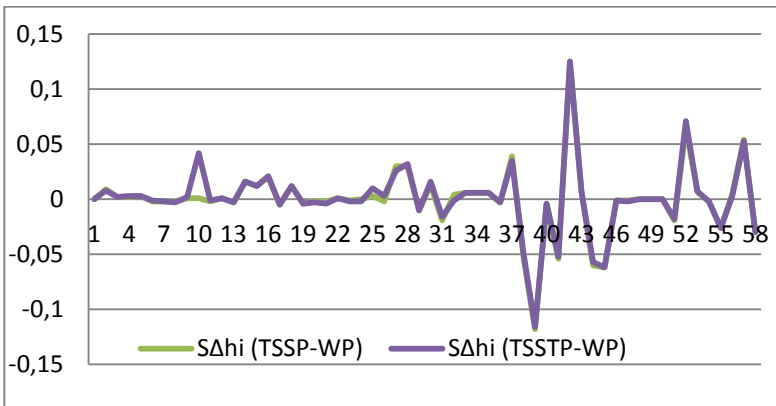
TSSP : *Total Station Sokkia* Prisma

TSSTP : *Total Staion Sokkia* Tanpa Prisma

Untuk area Gununganyar ini terdapat 55 buah titik yang diukur menggunakan *Total Staion Foif* prisma dan nonprisma, *Total Staion Sokkia* prisma dan nonprisma serta *waterpass*. Berikut adalah grafik yang menggambarkan selisih elevasi (SΔhi) tiap titik pada masing-masing metode pengukuran:



Gambar 4.5 Grafik Selisih Elevasi Pengukuran *Total Station Foif-waterpass* Tiap Titik Sebelum Uji Normalitas Area Gunung Anyar



Gambar 4.6 Grafik Selisih Elevasi Pengukuran *Total Station Sokkia-waterpass* Tiap Titik Sebelum Uji Normalitas Area Gunung Anyar

Berdasarkan grafik pada gambar 4.5 dan 4.6 di atas dapat dilihat bahwa terdapat *spike* yang menunjukkan selisih yang cukup besar antara pengukuran *Total Staion Foif* prisma, *Total Staion Foif* nonprisma, *Total Staion Sokkia* prisma, *Total Staion Sokkia* nonprisma dengan *waterpass*. Standar deviasi selisih

elevasi untuk area Gununganyar pada pengukuran *Total Station Foif prisma-waterpass* adalah 0,029 m, *Total Station Foif nonprisma-waterpass* adalah 0,025 m, *Total Station Sokkia prisma-waterpass* adalah 0,025 m, *Total Station Sokkia nonprisma-waterpass* adalah 0,023 m. Berikut tabel yang menunjukkan selisih elevasi yang besar antara pengukuran *Total Station Foif prisma- waterpass*, *Total Station Foif nonprisma-WP*, *Total Station Sokkia prisma- waterpass*, *Total Station Sokkia nonprisma- waterpass*:

Tabel 4.16 Beberapa Titik dengan Selisih Elevasi Besar dari Hasil Pengukuran *total station* dan *waterpass*

Foif Prisma		Foif Nonprisma		Sokkia Prisma		Sokkia Nonprisma	
Point	S $\Delta$ hi (TSFP-WP)	Point	S $\Delta$ hi (TSFTP-WP)	Point	S $\Delta$ hi (TSSTP-WP)	Point	S $\Delta$ hi (TSSTP-WP)
P5	-0,102	P9	-0,157	T4	-0,118	T4	-0,116
P9	-0,102	P11	-0,101	P41	0,125	P41	0,125
P10	-0,108	P16	-0,101				
P11	-0,104	P18	-0,103				
P16	-0,102	P26	-0,112				
P18	-0,104	T2	-0,125				
P20	-0,111	P35	-0,101				
P24	-0,105	P36	-0,11				
P26	-0,106	T3	-0,117				
T2	-0,125	P38	-0,143				
P29	-0,102	P39	-0,216				
P34	-0,107	P40	-0,157				
P35	-0,107	P43	-0,168				
P36	-0,105	P44	-0,163				
T3	-0,117	T5	-0,106				
P38	-0,148	P45	-0,107				

Foif Prisma		Foif Nonprisma		Sokkia Prisma		Sokkia Nonprisma	
Point	SΔhi (TSFP- WP)	Point	SΔhi (TSFTP- WP)	Point	SΔhi (TSSP- WP)	Point	SΔhi (TSSTP- WP)
P39	-0,204	P46	-0,135				
P40	-0,162	T6	-0,111				
P43	-0,167	P52	-0,111				
P44	-0,164						
T5	-0,106						
P45	-0,107						
P46	-0,144						
T6	-0,111						
P50	-0,112						
P52	-0,112						

\*satuan dalam meter

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Selisih Elevasi Sebelum Uji Normalitas

	FOIF PRISMA- WP	FOIF TPRISMA- WP	SOKKIA PRISMA- WP	SOKKIA TPRISMA- WP
n	55	55	55	55
SΔh (m)	0,273	0,273	0,265	0,265
SΔhi <sub>max</sub> (m)	0,029	0,021	0,125	0,125
SΔhi <sub>min</sub> (m)	-0,204	-0,216	-0,118	-0,116
σ (m)	0,365	0,367	0,267	0,264
E <sub>99%</sub>	0,941	0,945	0,689	0,679
SΔh - E <sub>99%</sub> (m)	-0,668	-0,672	-0,424	-0,414
SΔh + E <sub>99%</sub> (m)	1,213	1,218	0,954	0,944

Keterangan:

n = Jumlah titik

SΔh = Selisih elevasi rata-rata

SΔhi<sub>max</sub> = Selisih elevasi tertinggi



$S\Delta h_{\min}$	= Selisih elevasi terendah
$\sigma$	= Standar deviasi
$E_{99\%}$	= Nilai <i>Probable error</i> 99%
$S\Delta h - E_{99\%}$	= Syarat penerimaan nilai $S\Delta h$ minimum
$S\Delta h + E_{99\%}$	= Syarat penerimaan nilai $S\Delta h$ maksimum

Uji normalitas data dilakukan dengan *Probable Errors* 99%. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai  $E_{99\%}$  untuk *Total Station Foif prisma-waterpass* adalah sebesar 0,945 m, *Total Station Foif nonprisma-waterpass* adalah 0,941 m, *Total Station Sokkia prisma-waterpass* adalah 0,689 m, *Total Station Sokkia nonprisma-waterpass* adalah 0,679 m. Sehingga rentang syarat normalitas adalah  $-0,668 \text{ m} \leq S\Delta h \leq 1,213 \text{ m}$  untuk pengukuran *Total Station Foif prisma-WP*,  $-0,672 \text{ m} \leq S\Delta h \leq 1,218 \text{ m}$  untuk pengukuran *Total Station Foif nonprisma-waterpass*,  $-0,424 \text{ m} \leq S\Delta h \leq 0,954 \text{ m}$  untuk pengukuran *Total Station Sokkia prisma-waterpass*,  $-0,414 \text{ m} \leq S\Delta h \leq 0,944 \text{ m}$  untuk pengukuran *Total Station Sokkia nonprisma-waterpass*. Setelah dilakukan uji normalitas, semua data hasil pengukuran diterima.

#### 4.7 Analisa Hasil Perhitungan Volume Cut and Fill

Lokasi pada penelitian ini terpisah menjadi 2, yaitu lokasi yang relative datar dan yang bergelombang. Untuk lokasi yang relative datar dilakukan penelitian di Pakuwon, sedangkan yang bergelombang dilakukan di gununganyar. Sehingga untuk hasil dan analisa perhitungan volume pun dibedakan menjadi 2 bagian.

##### 4.7.1 Volume Area Pakuwon

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengukuran dilapangan didapat hasil perhitungan volume untuk area pakuwon dengan menggunakan alat *Total Station Foif prisma* adalah sebesar  $203646,611 \text{ m}^3$ , *Total Station Foif nonprisma* adalah sebesar  $203814,773 \text{ m}^3$ , *Total Station Sokkia prisma* adalah sebesar

203775,680 m<sup>3</sup>, *Total Station Sokkia nonprisma* adalah sebesar 203915,755 m<sup>3</sup>, dan *waterpass* adalah sebesar 203711,624 m<sup>3</sup>.

Dari data volume tersebut didapat selisih hasil perhitungan volume menggunakan masing-masing alat terhadap hasil perhitungan volume menggunakan *waterpass*. Selisih volume *Total Station Foif prisma- waterpass* adalah sebesar -65,013 m<sup>3</sup>, *Total Station Foif nonprisma- waterpass* adalah sebesar 103,149 m<sup>3</sup>, *Total Station Sokkia prisma-waterpass* adalah sebesar 64,056 m<sup>3</sup>, dan *Total Station Sokkia nonprisma-waterpass* adalah sebesar 204,131 m<sup>3</sup>.

Tabel 4.18 Selisih Volume *Cut and Fill* antara *Total Station Foif*, *Total Station Sokkia*, dan *Waterpass* Area Pakuwon

ALAT	SELISIH VOLUME
<i>Total Station Foif Prisma- Waterpass</i>	-65,013 m <sup>3</sup>
<i>Total Station Foif Nonprisma- Waterpass</i>	103,149 m <sup>3</sup>
<i>Total Station Sokkia Prisma- Waterpass</i>	204,131 m <sup>3</sup>
<i>Total Station Sokkia Nonprisma- Waterpass</i>	64,056 m <sup>3</sup>

Pada tabel 4.18 dapat dilihat bahwa besarnya selisih volume antara *Total Station* dan *waterpass* paling besar adalah *Total Station Sokkia prisma* yaitu sebesar 204,131 m<sup>3</sup>, sedangkan selisih terkecil diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan *Total Station Sokkia nonprisma* yaitu sebesar 64,056 m<sup>3</sup>.

Hasil perhitungan volume *cut and fill* menunjukkan bahwa pengukuran menggunakan *Total Station Sokkia nonprisma* lebih baik dibandingkan dengan yang lainnya. Hal ini dikarenakan bidikan *lasser* tepat pada titik yang akan dicatat koordinatnya. Ditambah lagi di lokasi penelitian pakuwon tidak terdapat semak, sehingga bidikan *lasser* langsung tepat mengenai titik tersebut. Beda halnya dengan pengukuran yang menggunakan *prisma*, mempunyai nilai yang berbeda bias dikarenakan posisi nivo pada jalon yang dipegang oleh surveyor tidak tepat di tengah pada saat *lasser* membidik *prisma* tersebut.

#### 4.7.2 Volume Area Gununganyar

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengukuran dilapangan didapat hasil perhitungan volume untuk perhitungan volume area gununganyar dengan menggunakan alat *Total Station Foif prisma* adalah sebesar 4983,849 m<sup>3</sup>, *Total Station Foif nonprisma* adalah sebesar 4992,262 m<sup>3</sup>, *Total Station Sokkia prisma* adalah sebesar 5211,746 m<sup>3</sup>, *Total Station Sokkia nonprisma* adalah sebesar 5235,874 m<sup>3</sup>, dan *Waterpass* adalah sebesar 5207,293 m<sup>3</sup>.

Dari data volume tersebut didapat selisih hasil perhitungan volume menggunakan masing-masing alat terhadap hasil perhitungan volume menggunakan *waterpass*. Selisih volume *Total Station Foif prisma- Waterpass* adalah sebesar -223,444 m<sup>3</sup>, *Total Station Foif nonprisma- Waterpass* adalah sebesar -215,031 m<sup>3</sup>, *Total Station Sokkia prisma- Waterpass* adalah sebesar 4,453 m<sup>3</sup>, dan *Total Station Sokkia nonprisma- Waterpass* adalah sebesar 28,581 m<sup>3</sup>.

Tabel 4.19 Selisih Volume *Cut and Fill* antara *Total Station Foif*, *Total Station Sokkia*, dan *Waterpass* Area Gununganyar

ALAT	SELISIH VOLUME
<i>Total Station Foif Prisma-Waterpas</i>	-223,444 m <sup>3</sup>
<i>Total Station Foif Nonprisma- Waterpas</i>	-215,031 m <sup>3</sup>
<i>Total Station Sokkia Prisma- Waterpas</i>	4,453 m <sup>3</sup>
<i>Total Station Sokkia NonPrisma- Waterpas</i>	28,581 m <sup>3</sup>

Pada tabel 4.19 dapat dilihat bahwa besarnya selisih volume antara *Total Station* dan *Waterpass* paling besar adalah *Total Station Foif prisma* yaitu sebesar -223,444 m<sup>3</sup>, sedangkan selisih terkecil diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan *Total Station Sokkia prisma* yaitu sebesar 4,453 m<sup>3</sup>.

Hasil perhitungan volume *cut and fill* menunjukkan bahwa pengukuran menggunakan *Total Station Sokkia prisma* lebih baik dibandingkan dengan yang lainnya. Serta yang paling mendekati angka perhitungan volume menggunakan *Waterpass*. Hal ini

dikarenakan untuk alat sokkia apabila menggunakan mode prisma, dan ketika akan menembak titik tidak tepat pada prisma, maka total station tersebut tidak mau mencatat hasil bidikkan tersebut. Selain itu di lokasi penelitian gununganyar banyak terdapat semak-semak, sehingga tidak menutup kemungkinan tembakan *lasser total station* dengan mode tanpa prisma tidak tepat pada titik yang dimaksud melainkan mengenai semak tersebut. Sedangkan untuk total station foif tidak demikian halnya, ketika menggunakan mode prisma, walaupun tidak tepat pada prisma, alat tersebut tetap mau mencatat hasil bidikkan.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil dan analisis pada penelitian ini antara lain:

- a. Standar deviasi selisih elevasi di area pakuwon yang memiliki nilai tertinggi adalah alat *Total Station Foif prisma-Waterpass* sebesar 0,029 m, dan untuk yang terendah adalah *Total Station Sokkia nonprisma-Waterpass* sebesar 0,023 m. Standar deviasi selisih elevasi di area penelitian Gunung Anyar untuk yang tertinggi adalah *Total Station Foif nonprisma-Waterpass* sebesar 0,367 m, dan yang terendah *Total Station Sokkia nonprisma-Waterpass* sebesar 0,264 m. Setelah dilakukan uji normalitas, nilai standar deviasi untuk pakuwon tetap, karena point yang dieliminasi hanya dua. Untuk area gununganyar, semua data pengukuran diterima.
- b. Selisih Perhitungan volume *cut and fill* di area pakuwon yang tertinggi adalah *Total Station Sokkia prisma* yaitu sebesar 204,131 m<sup>3</sup>, sedangkan selisih terkecil diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan *Total Station Sokkia nonprisma* yaitu sebesar 64,056 m<sup>3</sup>. Untuk lokasi gununganyar selisih volume paling besar adalah dengan alat *Total Station Foif prisma-Waterpass* adalah sebesar 223,444 m<sup>3</sup>, dan yang paling kecil adalah alat *Total Station Sokkia prisma-Waterpass* adalah sebesar 4,453 m<sup>3</sup>.

#### **5.2 Saran**

Beberapa saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

- a. Perlu dilakukan penelitian yang mengkaji tentang perbedaan koordinat X, Y agar terlihat pengaruhnya terhadap koordinat Z.

- b. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi ketepatan dari sinar *lasser* pada *Total Station* (suhu, tekanan, lokasi *indoor* atau *outdoor*) dalam penggunaan *Total Station*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H,Z. 2001.*Geodesi Satelit*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Agor, R. 1982.*A Text Book of Surveying & Levelling*. Khana Publisher. Delhi, India
- Basuki, S. 2006.*Ilmu Ukur Tanah*.Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Leick, A. 2003.*GPS Satellite Surveying*. New York: John Wiley&Sons
- Nurjati, C. 2004.*Modul Ajar Ilmu Ukur Tanah I*. Jurusan Teknik Geodesi-FTSP. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Oktavian, A. 2004.*Analisis Perbandingan Software Surpac Vision V4.1-J Dan Surfer 8,0 Pada Perhitungan Volume Galian Dan Timbunan Tambang*.Tugas Akhir. Jurusan Teknik Geodesi-FTSP. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Purwaamijaya, I, M. 2008.*Teknik Survey dan Pemetaan jilid 3 untuk SMK*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan : Departemen Pendidikan Nasional
- Purworahardjo, U. 1986.*Ilmu UkurTanah Seri B*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Purworahardjo, U. 1989.*Ilmu UkurTanah Seri C*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Saputra, B, R. 2009.*Analisis Hasil Pengukuran Titik Tinggi dengan Real Time Kinematic GPS pada Survei Topografi*. Tugas Akhir.Jurusan Teknik Geodesi-FTSP. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Wolf, P, R, dan Ghilani, C, D. 1997. *Adjustment Computations Statistics and Least Square in Surveying and GIS*. Pretice-Hall.Upper Saddle River, New Jersey

- Wolf, P, R, dan Ghilani, C, D. 2001. Elementary Surveying-An Introduction Geomatics.Prentice-Hall.Upper Saddle River, New Jersey
- Yuwono.2004. *Modul Pendidikan dan Pelatihan Teknis Pengukuran dan Pemetaan Kota*.Jurusan Teknik Geodesi-FTSP. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- \_\_\_\_\_. 1999. *AutoCAD Land Desktop User's Guide*. Autodesk, Inc



## LAMPIRAN 1

Tabel Data Elevasi dan Selisih Elevasi *Waterpass* dan *Total Station* Sokkia Area Pakuwon

POINT	ELEVASI (m)			SOKKIA PRISMA-WP			SOKKIA TPRISMA-WP		
	WP	SOKKIA		SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>	SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)
1.1	10,066	10,038	10,058	-0,028	-0,028	0,000784	-0,008	-0,008	0,000064
1.2	10,025	9,995	10,002	-0,03	-0,03	0,000900	-0,023	-0,023	0,000529
1.3	9,92	9,892	9,897	-0,028	-0,028	0,000784	-0,023	-0,023	0,000529
1.4	9,876	9,851	9,855	-0,025	-0,025	0,000625	-0,021	-0,021	0,000441
1.5	9,89	9,872	9,888	-0,018	-0,018	0,000324	-0,002	-0,002	0,000004
1.6	9,791	9,775	9,777	-0,016	-0,016	0,000256	-0,014	-0,014	0,000196
1.7	9,906	9,893	9,895	-0,013	-0,013	0,000169	-0,011	-0,011	0,000121
1.8	9,893	9,89	9,884	-0,003	-0,003	0,000009	-0,009	-0,009	0,000081
1.9	9,955	9,948	9,946	-0,007	-0,007	0,000049	-0,009	-0,009	0,000081
1.10	9,977	9,966	9,97	-0,011	-0,011	0,000121	-0,007	-0,007	0,000049
1.11	10,013	10,008	9,97	-0,005	-0,005	0,000025	-0,043	-0,043	0,001849
2.1	10,181	10,159	10,164	-0,022	-0,022	0,000484	-0,017	-0,017	0,000289
2.2	9,988	9,967	9,972	-0,021	-0,021	0,000441	-0,016	-0,016	0,000256
2.3	9,901	9,875	9,884	-0,026	-0,026	0,000676	-0,017	-0,017	0,000289
2.4	9,853	9,829	9,84	-0,024	-0,024	0,000576	-0,013	-0,013	0,000169
2.5	9,893	9,871	9,877	-0,022	-0,022	0,000484	-0,016	-0,016	0,000256
2.6	9,79	9,778	9,783	-0,012	-0,012	0,000144	-0,007	-0,007	0,000049

POINT	ELEVASI (m)			SOKKIA PRISMA-WP			SOKKIA TPRISMA-WP		
	WP	SOKKIA		SΔhi	SΔhi-SΔh	(SΔhi-SΔh) <sup>2</sup>	SΔhi	SΔhi-SΔh	(SΔhi-SΔh) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)
2.7	9,885	9,878	9,874	-0,007	-0,007	0,000049	-0,011	-0,011	0,000121
2.8	9,959	9,947	9,952	-0,012	-0,012	0,000144	-0,007	-0,007	0,000049
2.9	9,936	9,927	9,929	-0,009	-0,009	0,000081	-0,007	-0,007	0,000049
2.10	9,936	9,936	9,928	0	0	0,000000	-0,008	-0,008	0,000064
2.11	9,851	9,85	9,847	-0,001	-0,001	0,000001	-0,004	-0,004	0,000016
3.1	10,122	10,101	10,1	-0,021	-0,021	0,000441	-0,022	-0,022	0,000484
3.2	9,945	9,919	9,922	-0,026	-0,026	0,000676	-0,023	-0,023	0,000529
3.3	9,93	9,902	9,907	-0,028	-0,028	0,000784	-0,023	-0,023	0,000529
3.4	9,842	9,821	9,823	-0,021	-0,021	0,000441	-0,019	-0,019	0,000361
3.5	9,945	9,923	9,928	-0,022	-0,022	0,000484	-0,017	-0,017	0,000289
3.6	9,927	9,91	9,916	-0,017	-0,017	0,000289	-0,011	-0,011	0,000121
3.7	9,996	9,979	9,986	-0,017	-0,017	0,000289	-0,010	-0,01	0,000100
3.8	10,032	10,021	10,03	-0,011	-0,011	0,000121	-0,002	-0,002	0,000004
3.9	9,989	9,98	9,989	-0,009	-0,009	0,000081	0,000	0,0000	0,000000
3.10	9,927	9,919	9,922	-0,008	-0,008	0,000064	-0,005	-0,005	0,000025
3.11	9,844	9,827	9,837	-0,017	-0,017	0,000289	-0,007	-0,007	0,000049
4.1	10,073	10,05	10,054	-0,023	-0,023	0,000529	-0,019	-0,019	0,000361
4.2	9,941	9,923	9,92	-0,018	-0,018	0,000324	-0,021	-0,021	0,000441
4.3	9,864	9,847	9,839	-0,017	-0,017	0,000289	-0,025	-0,025	0,000625
4.4	9,909	9,892	9,897	-0,017	-0,017	0,000289	-0,012	-0,012	0,000144

POINT	ELEVASI (m)			SOKKIA PRISMA-WP			SOKKIA TPRISMA-WP		
	WP	SOKKIA		S <sub>Ahi</sub>	S <sub>Ahi-S<sub>Ah</sub></sub>	(S <sub>Ahi-S<sub>Ah</sub></sub> ) <sup>2</sup>	S <sub>Ahi</sub>	S <sub>Ahi-S<sub>Ah</sub></sub>	(S <sub>Ahi-S<sub>Ah</sub></sub> ) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)
4.5	10,073	10,058	9,976	-0,015	-0,015	0,000225	-0,097	-0,097	0,009409
4.6	9,998	9,984	9,982	-0,014	-0,014	0,000196	-0,016	-0,016	0,000256
4.7	9,971	9,964	9,963	-0,007	-0,007	0,000049	-0,008	-0,008	0,000064
4.8	9,962	9,961	9,962	-0,001	-0,001	0,000001	0,000	0	0,000000
4.9	9,895	9,891	9,893	-0,004	-0,004	0,000016	-0,002	-0,002	0,000004
4.10	9,831	9,826	9,829	-0,005	-0,005	0,000025	-0,002	-0,002	0,000004
4.11	9,827	9,825	9,83	-0,002	-0,002	0,000004	0,003	0,003	0,000009
5.1	10,034	10,013	10,017	-0,021	-0,021	0,000441	-0,017	-0,017	0,000289
5.2	9,964	9,943	9,951	-0,021	-0,021	0,000441	-0,013	-0,013	0,000169
5.3	9,927	9,908	9,916	-0,019	-0,019	0,000361	-0,011	-0,011	0,000121
5.4	9,878	9,863	9,868	-0,015	-0,015	0,000225	-0,010	-0,01	0,000100
5.5	10,043	10,033	10,039	-0,01	-0,01	0,000100	-0,004	-0,004	0,000016
5.6	9,953	9,95	9,954	-0,003	-0,003	0,000009	0,001	0,001	0,000001
5.7	9,943	9,935	9,946	-0,008	-0,008	0,000064	0,003	0,003	0,000009
5.8	9,907	9,906	9,91	-0,001	-0,001	0,000001	0,003	0,003	0,000009
5.9	9,88	9,896	9,897	0,016	0,016	0,000256	0,017	0,017	0,000289
5.10	9,9	9,876	9,882	-0,024	-0,024	0,000576	-0,018	-0,018	0,000324
5.11	9,8	9,8	9,803	0	0	0,000000	0,003	0,003	0,000009
6.1	10,066	10,047	10,05	-0,019	-0,019	0,000361	-0,016	-0,016	0,000256
6.2	10,007	9,99	9,99	-0,017	-0,017	0,000289	-0,017	-0,017	0,000289

POINT	ELEVASI (m)			SOKKIA PRISMA-WP			SOKKIA TPRISMA-WP		
	WP	SOKKIA		SΔhi	SΔhi-SΔh	(SΔhi-SΔh) <sup>2</sup>	SΔhi	SΔhi-SΔh	(SΔhi-SΔh) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)
6.3	9,991	9,981	9,988	-0,01	-0,01	0,000100	-0,003	-0,003	0,000009
6.4	9,901	9,886	9,912	-0,015	-0,015	0,000225	0,011	0,011	0,000121
6.5	10,081	10,074	10,081	-0,007	-0,007	0,000049	0,000	0	0,000000
6.6	9,981	9,975	9,984	-0,006	-0,006	0,000036	0,003	0,003	0,000009
6.7	10,007	10,001	9,991	-0,006	-0,006	0,000036	-0,016	-0,016	0,000256
6.8	9,928	9,928	9,927	0	0	0,000000	-0,001	-0,001	0,000001
6.9	9,936	9,941	9,943	0,005	0,005	0,000025	0,007	0,007	0,000049
6.10	9,923	9,924	9,926	0,001	0,001	0,000001	0,003	0,003	0,000009
6.11	9,845	9,846	9,842	0,001	0,001	0,000001	-0,003	-0,003	0,000009
7.1	10,132	10,114	10,114	-0,018	-0,018	0,000324	-0,018	-0,018	0,000324
7.2	10,09	10,074	10,077	-0,016	-0,016	0,000256	-0,013	-0,013	0,000169
7.3	10,052	10,036	10,04	-0,016	-0,016	0,000256	-0,012	-0,012	0,000144
7.4	10,092	10,079	10,084	-0,013	-0,013	0,000169	-0,008	-0,008	0,000064
7.5	10,079	10,075	10,078	-0,004	-0,004	0,000016	-0,001	-0,001	0,000001
7.6	10	10,003	10,003	0,003	0,003	0,000009	0,003	0,003	0,000009
7.7	10,078	10,075	10,077	-0,003	-0,003	0,000009	-0,001	-0,001	0,000001
7.8	10,07	10,086	10,093	0,016	0,016	0,000256	0,023	0,023	0,000529
7.9	9,999	10,008	10,015	0,009	0,009	0,000081	0,016	0,016	0,000256
7.10	9,947	9,948	9,956	0,001	0,001	0,000001	0,009	0,009	0,000081
7.11	9,846	9,854	9,862	0,008	0,008	0,000064	0,016	0,016	0,000256

POINT	ELEVASI (m)			SOKKIA PRISMA-WP			SOKKIA TPRISMA-WP		
	WP	SOKKIA		SΔhi	SΔhi-SΔh	(SΔhi-SΔh) <sup>2</sup>	SΔhi	SΔhi-SΔh	(SΔhi-SΔh) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)
8.1	10,09	10,075	10,074	-0,015	-0,015	0,000225	-0,016	-0,016	0,000256
8.2	10,055	10,037	10,04	-0,018	-0,018	0,000324	-0,015	-0,015	0,000225
8.3	10,005	9,994	9,988	-0,011	-0,011	0,000121	-0,017	-0,017	0,000289
8.4	10,096	10,091	10,085	-0,005	-0,005	0,000025	-0,011	-0,011	0,000121
8.5	10,095	10,09	10,088	-0,005	-0,005	0,000025	-0,007	-0,007	0,000049
8.6	10,075	10,074	10,069	-0,001	-0,001	0,000001	-0,006	-0,006	0,000036
8.7	10,107	10,14	10,135	0,033	0,033	0,001089	0,028	0,028	0,000784
8.8	10,11	10,112	10,107	0,002	0,002	0,000004	-0,003	-0,003	0,000009
8.9	10,04	10,043	10,044	0,003	0,003	0,000009	0,004	0,004	0,000016
8.10	10,063	9,999	10,006	-0,064	-0,064	0,004096	-0,057	-0,057	0,003249
8.11	9,967	9,937	9,934	-0,03	-0,03	0,000900	-0,033	-0,033	0,001089
9.1	10,07	10,047	10,055	-0,023	-0,023	0,000529	-0,015	-0,015	0,000225
9.2	10,047	10,034	10,032	-0,013	-0,013	0,000169	-0,015	-0,015	0,000225
9.3	10,062	10,053	10,052	-0,009	-0,009	0,000081	-0,010	-0,01	0,000100
9.4	10,082	10,072	10,071	-0,01	-0,01	0,000100	-0,011	-0,011	0,000121
9.5	10,069	10,064	10,066	-0,005	-0,005	0,000025	-0,003	-0,003	0,000009
9.6	10,112	10,077	10,083	-0,034	-0,034	0,001190	-0,028	-0,028	0,000812
9.7	10,1	10,115	10,12	0,016	0,016	0,000240	0,021	0,021	0,000420
9.8	10,108	10,117	10,12	0,009	0,009	0,000081	0,012	0,012	0,000144
9.9	10,069	10,046	10,049	-0,023	-0,023	0,000506	-0,020	-0,02	0,000380

POINT	ELEVASI (m)			SOKKIA PRISMA-WP			SOKKIA TPRISMA-WP		
	WP	SOKKIA		SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SA <sub>hi</sub> -SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>	SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SA <sub>hi</sub> -SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)
9.10	10,093	10,068	10,074	-0,025	-0,025	0,000625	-0,019	-0,019	0,000361
9.11	10,005	9,971	9,978	-0,034	-0,034	0,001122	-0,027	-0,027	0,000702
10.1	10,037	10,015	10,022	-0,022	-0,022	0,000484	-0,015	-0,015	0,000225
10.2	10,005	9,994	9,991	-0,011	-0,011	0,000121	-0,014	-0,014	0,000196
10.3	10,073	10,064	10,058	-0,009	-0,009	0,000081	-0,015	-0,015	0,000225
10.4	10,161	10,157	10,158	-0,004	-0,004	0,000016	-0,003	-0,003	0,000009
10.5	9,93	9,926	9,924	-0,004	-0,004	0,000016	-0,006	-0,006	0,000036
10.6	10,21	10,252	10,25	0,042	0,042	0,001764	0,040	0,04	0,001600
10.7	10,215	10,233	10,232	0,018	0,018	0,000324	0,017	0,017	0,000289
10.8	10,295	10,245	10,244	-0,05	-0,05	0,002500	-0,051	-0,051	0,002601
10.9	10,195	10,183	10,189	-0,012	-0,012	0,000144	-0,006	-0,006	0,000036
10.10	10,138	10,201	10,194	0,063	0,063	0,003969	0,056	0,056	0,003136
10.11	10,05	10,122	10,122	0,072	0,072	0,005184	0,072	0,072	0,005184
11.1	10,162	10,137	10,145	-0,025	-0,025	0,000625	-0,017	-0,017	0,000289
11.2	10,093	10,087	10,079	-0,006	-0,006	0,000036	-0,014	-0,014	0,000196
11.3	10,103	10,077	10,092	-0,026	-0,026	0,000676	-0,011	-0,011	0,000121
11.4	10,108	10,077	10,098	-0,031	-0,031	0,000961	-0,010	-0,01	0,000100
11.5	10,13	10,099	10,127	-0,031	-0,031	0,000961	-0,003	-0,003	0,000009
11.6	10,22	10,234	10,22	0,014	0,014	0,000196	0,000	0	0,000000
11.7	10,17	10,181	10,225	0,011	0,011	0,000121	0,055	0,055	0,003025

POINT	ELEVASI (m)			SOKKIA PRISMA-WP			SOKKIA TPRISMA-WP		
	WP	SOKKIA		SΔhi	SΔhi-SΔh	(SΔhi-SΔh) <sup>2</sup>	SΔhi	SΔhi-SΔh	(SΔhi-SΔh) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)
11.8	10,266	10,291	10,307	0,025	0,025	0,000625	0,041	0,041	0,001681
11.9	10,155	10,167	10,21	0,012	0,012	0,000144	0,055	0,055	0,003025
11.10	10,175	10,195	10,153	0,02	0,02	0,000400	-0,022	-0,022	0,000484
11.11	10,11	10,123	10,068	0,013	0,013	0,000169	-0,042	-0,042	0,001764
12.1	10,14	10,149	10,133	0,009	0,009	0,000081	-0,007	-0,007	0,000049
12.2	10,089	10,081	10,085	-0,008	-0,008	0,000064	-0,004	-0,004	0,000016
12.3	10,078	10,094	10,076	0,016	0,016	0,000256	-0,002	-0,002	0,000004
12.4	10,067	10,097	10,078	0,03	0,03	0,000900	0,011	0,011	0,000121
12.5	10,091	10,129	10,101	0,038	0,038	0,001444	0,010	0,01	0,000100
12.6	10,221	10,217	10,233	-0,004	-0,004	0,000016	0,012	0,012	0,000144
12.7	10,171	10,227	10,187	0,056	0,056	0,003136	0,016	0,016	0,000256
12.8	10,27	10,299	10,281	0,029	0,029	0,000841	0,011	0,011	0,000121
12.9	10,153	10,207	10,174	0,054	0,054	0,002916	0,021	0,021	0,000441
12.10	10,176	10,151	10,194	-0,025	-0,025	0,000625	0,018	0,018	0,000324
12.11	10,104	10,066	10,125	-0,038	-0,038	0,001444	0,021	0,021	0,000441
13.1	10,187	10,187	10,196	0	0	0,000000	0,009	0,009	0,000081
13.2	10,159	10,161	10,171	0,002	0,002	0,000004	0,012	0,012	0,000144
13.3	10,126	10,124	10,135	-0,002	-0,002	0,000004	0,009	0,009	0,000081
13.4	10,163	10,158	10,176	-0,005	-0,005	0,000025	0,013	0,013	0,000169
13.5	10,156	10,156	10,17	0	0	0,000000	0,014	0,014	0,000196

POINT	ELEVASI (m)			SOKKIA PRISMA-WP			SOKKIA TPRISMA-WP		
	WP	SOKKIA		SΔhi	SΔhi-SΔh	(SΔhi-SΔh) <sup>2</sup>	SΔhi	SΔhi-SΔh	(SΔhi-SΔh) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)
13.6	10,153	10,151	10,167	-0,002	-0,002	0,000004	0,014	0,014	0,000196
13.7	10,18	10,178	10,193	-0,002	-0,002	0,000004	0,013	0,013	0,000169
13.8	10,263	10,258	10,277	-0,005	-0,005	0,000025	0,014	0,014	0,000196
13.9	10,27	10,264	10,335	-0,006	-0,006	0,000036	0,065	0,065	0,004225
13.10	10,324	10,317	10,339	-0,007	-0,007	0,000049	0,015	0,015	0,000225
13.11	10,301	10,299	10,317	-0,002	-0,002	0,000004	0,016	0,016	0,000256
14.1	10,363	10,358	10,373	-0,005	-0,005	0,000025	0,010	0,01	0,000100
14.2	10,324	10,323	10,332	-0,001	-0,001	0,000001	0,008	0,008	0,000064
14.3	10,305	10,3	10,313	-0,005	-0,005	0,000025	0,008	0,008	0,000064
14.4	10,404	10,402	10,415	-0,002	-0,002	0,000004	0,011	0,011	0,000121
14.5	10,384	10,381	10,394	-0,003	-0,003	0,000009	0,010	0,01	0,000100
14.6	10,433	10,426	10,444	-0,007	-0,007	0,000049	0,011	0,011	0,000121
14.7	10,384	10,388	10,395	0,004	0,004	0,000016	0,011	0,011	0,000121
14.8	10,255	10,249	10,266	-0,006	-0,006	0,000036	0,011	0,011	0,000121
14.9	10,238	10,334	10,348	0,096	0,096	0,009216	0,110	0,11	0,012100
14.10	10,314	10,391	10,41	0,077	0,077	0,005929	0,096	0,096	0,009216
14.11	10,419	10,412	10,433	-0,007	-0,007	0,000049	0,014	0,014	0,000196
15.1	10,335	10,332	10,341	-0,003	-0,003	0,000009	0,006	0,006	0,000036
15.2	10,204	10,202	10,211	-0,002	-0,002	0,000004	0,007	0,007	0,000049
15.3	10,138	10,136	10,148	-0,002	-0,002	0,000004	0,010	0,01	0,000100



POINT	ELEVASI (m)			SOKKIA PRISMA-WP			SOKKIA TPRISMA-WP		
	WP	SOKKIA		SΔhi	SΔhi-SΔh	(SΔhi-SΔh) <sup>2</sup>	SΔhi	SΔhi-SΔh	(SΔhi-SΔh) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)
15.4	10,26	10,259	10,264	-0,001	-0,001	0,000001	0,004	0,004	0,000016
15.5	10,383	10,386	10,392	0,003	0,003	0,000009	0,009	0,009	0,000081
15.6	10,447	10,448	10,454	0,001	0,001	0,000001	0,007	0,007	0,000049
15.7	10,261	10,262	10,27	0,001	0,001	0,000001	0,009	0,009	0,000081
15.8	10,259	10,262	10,273	0,003	0,003	0,000009	0,014	0,014	0,000196
15.9	10,257	10,255	10,264	-0,002	-0,002	0,000004	0,007	0,007	0,000049
15.10	10,302	10,304	10,313	0,002	0,002	0,000004	0,011	0,011	0,000121
15.11	10,378	10,381	10,389	0,003	0,003	0,000009	0,011	0,011	0,000121
16.1	10,135	10,124	10,137	-0,011	-0,011	0,000121	0,002	0,002	0,000004
16.2	10,158	10,154	10,159	-0,004	-0,004	0,000016	0,001	0,001	0,000001
16.3	10,154	10,155	10,158	0,001	0,001	0,000001	0,004	0,004	0,000016
16.4	10,321	10,323	10,326	0,002	0,002	0,000004	0,005	0,005	0,000025
16.5	10,325	10,322	10,332	-0,003	-0,003	0,000009	0,007	0,007	0,000049
16.6	10,293	10,291	10,298	-0,002	-0,002	0,000004	0,005	0,005	0,000025
16.7	10,287	10,284	10,294	-0,003	-0,003	0,000009	0,007	0,007	0,000049
16.8	10,244	10,243	10,253	-0,001	-0,001	0,000001	0,009	0,009	0,000081
16.9	10,28	10,272	10,287	-0,008	-0,008	0,000064	0,007	0,007	0,000049
16.10	10,327	10,324	10,334	-0,003	-0,003	0,000009	0,007	0,007	0,000049
16.11	10,375	10,375	10,383	0	0	0,000000	0,008	0,008	0,000064
17.1	10,051	10,055	10,053	0,004	0,004	0,000016	0,002	0,002	0,000004

POINT	ELEVASI (m)			SOKKIA PRISMA-WP			SOKKIA TPRISMA-WP		
	WP	SOKKIA		SΔhi	SΔhi-SΔh	(SΔhi-SΔh) <sup>2</sup>	SΔhi	SΔhi-SΔh	(SΔhi-SΔh) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)
17.2	10,131	10,119	10,117	-0,012	-0,012	0,000144	-0,014	-0,014	0,000196
17.3	10,217	10,217	10,221	0	0	0,000000	0,004	0,004	0,000016
17.4	10,256	10,271	10,271	0,015	0,015	0,000225	0,015	0,015	0,000225
17.5	10,297	10,297	10,301	0	0	0,000000	0,004	0,004	0,000016
17.6	10,252	10,255	10,257	0,003	0,003	0,000009	0,005	0,005	0,000025
17.7	10,159	10,162	10,165	0,003	0,003	0,000009	0,006	0,006	0,000036
17.8	10,193	10,197	10,2	0,004	0,004	0,000016	0,007	0,007	0,000049
17.9	10,197	10,2	10,202	0,003	0,003	0,000009	0,005	0,005	0,000025
17.10	10,24	10,241	10,248	0,001	0,001	0,000001	0,008	0,008	0,000064
17.11	10,325	10,349	10,356	0,024	0,024	0,000576	0,031	0,031	0,000961
18.1	10,087	10,087	10,087	0	0	0,000000	0,000	0	0,000000
18.2	10,116	10,093	10,086	-0,023	-0,023	0,000529	-0,030	-0,03	0,000900
18.3	10,187	10,13	10,131	-0,057	-0,057	0,003249	-0,056	-0,056	0,003136
18.4	10,267	10,265	10,258	-0,002	-0,002	0,000004	-0,009	-0,009	0,000081
18.5	10,275	10,275	10,277	0	0	0,000000	0,002	0,002	0,000004
18.6	10,26	10,26	10,26	0	0	0,000000	0,000	0	0,000000
18.7	10,14	10,14	10,145	0	0	0,000000	0,005	0,005	0,000025
18.8	10,176	10,174	10,184	-0,002	-0,002	0,000004	0,008	0,008	0,000064
18.9	10,2	10,203	10,204	0,003	0,003	0,000009	0,004	0,004	0,000016
18.10	10,254	10,257	10,257	0,003	0,003	0,000009	0,003	0,003	0,000009

POINT	ELEVASI (m)			SOKKIA PRISMA-WP			SOKKIA TPRISMA-WP		
	WP	SOKKIA		SΔhi	SΔhi-SΔh	(SΔhi-SΔh) <sup>2</sup>	SΔhi	SΔhi-SΔh	(SΔhi-SΔh) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)
18.11	10,312	10,312	10,318	0	0	0,000000	0,006	0,006	0,000036
19.1	10,065	10,059	10,063	-0,006	-0,006	0,000036	-0,002	-0,002	0,000004
19.2	10,087	10,058	10,06	-0,029	-0,029	0,000841	-0,027	-0,027	0,000729
19.3	10,082	10,079	10,083	-0,003	-0,003	0,000009	0,001	0,001	0,000001
19.4	10,233	10,235	10,236	0,002	0,002	0,000004	0,003	0,003	0,000009
19.5	10,304	10,302	10,307	-0,002	-0,002	0,000004	0,003	0,003	0,000009
19.6	10,304	10,303	10,304	-0,001	-0,001	0,000001	0,000	0	0,000000
19.7	10,09	10,088	10,091	-0,002	-0,002	0,000004	0,001	0,001	0,000001
19.8	10,123	10,112	10,125	-0,011	-0,011	0,000121	0,002	0,002	0,000004
19.9	10,156	10,155	10,161	-0,001	-0,001	0,000001	0,005	0,005	0,000025
19.10	10,183	10,178	10,184	-0,005	-0,005	0,000025	0,001	0,001	0,000001
19.11	10,282	10,275	10,284	-0,007	-0,007	0,000049	0,002	0,002	0,000004
20.1	10,059	10,053	10,061	-0,006	-0,006	0,000036	0,002	0,002	0,000004
20.2	10,054	10,056	10,056	0,002	0,002	0,000004	0,002	0,002	0,000004
20.3	10,109	10,11	10,112	0,001	0,001	0,000001	0,003	0,003	0,000009
20.4	10,306	10,307	10,31	0,001	0,001	0,000001	0,004	0,004	0,000016
20.5	10,295	10,3	10,301	0,005	0,005	0,000025	0,006	0,006	0,000036
20.6	10,211	10,213	10,218	0,002	0,002	0,000004	0,007	0,007	0,000049
20.7	10,046	10,051	10,048	0,005	0,005	0,000025	0,002	0,002	0,000004
20.8	10,115	10,117	10,12	0,002	0,002	0,000004	0,005	0,005	0,000025

POINT	ELEVASI (m)			SOKKIA PRISMA-WP			SOKKIA TPRISMA-WP		
	WP	SOKKIA		SΔhi	SΔhi-SΔh	(SΔhi-SΔh) <sup>2</sup>	SΔhi	SΔhi-SΔh	(SΔhi-SΔh) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)
20.9	10,137	10,138	10,139	0,001	0,001	0,000001	0,002	0,002	0,000004
20.10	10,227	10,228	10,238	0,001	0,001	0,000001	0,011	0,011	0,000121
20.11	10,264	10,27	10,27	0,006	0,006	0,000036	0,006	0,006	0,000036
21.1	10,046	10,053	10,046	0,007	0,007	0,000049	0,000	0	0,000000
21.2	10,022	10,032	10,02	0,01	0,01	0,000100	-0,002	-0,002	0,000004
21.3	10,086	10,09	10,082	0,004	0,004	0,000016	-0,004	-0,004	0,000016
21.4	10,185	10,181	10,184	-0,004	-0,004	0,000016	-0,001	-0,001	0,000001
21.5	10,252	10,253	10,266	0,001	0,001	0,000001	0,014	0,014	0,000196
21.6	10,099	10,101	10,101	0,002	0,002	0,000004	0,002	0,002	0,000004
21.7	10,025	10,031	10,022	0,006	0,006	0,000036	-0,003	-0,003	0,000009
21.8	10,083	10,08	10,081	-0,003	-0,003	0,000009	-0,002	-0,002	0,000004
21.9	10,14	10,147	10,138	0,007	0,007	0,000049	-0,002	-0,002	0,000004
21.10	10,188	10,191	10,188	0,003	0,003	0,000009	0,000	0	0,000000
21.11	10,273	10,275	10,277	0,002	0,002	0,000004	0,004	0,004	0,000016
<b>JUMLAH</b>				<b>2,822</b>		<b>0,145903</b>	<b>2,587</b>		<b>0,121611</b>

SOKKIA PRISMA-WP	
n	231
SΔh (m)	0,012
SΔh <sub>i_max</sub> (m)	0,096
SΔh <sub>i_min</sub> (m)	-0,064
σ (m)	0,019
SΔh-σ (m)	-0,007
SΔh+σ (m)	0,031
E <sub>95%</sub>	0,037137
SΔh - E <sub>95%</sub> (m)	-0,025
SΔh + E <sub>95%</sub> (m)	0,049
E <sub>90%</sub>	0,031168
SΔh - E <sub>90%</sub> (m)	-0,019
SΔh + E <sub>90%</sub> (m)	0,043
E <sub>99%</sub>	0,048811
SΔh - E <sub>99%</sub> (m)	-0,037
SΔh + E <sub>99%</sub> (m)	0,059

SOKKIA TPRISMA-WP	
n	231
SΔh (m)	0,013
SΔh <sub>i_max</sub> (m)	0,110
SΔh <sub>i_min</sub> (m)	-0,097
σ (m)	0,020
SΔh-σ (m)	-0,007
SΔh+σ (m)	0,034
E <sub>95%</sub>	0,04
SΔh - E <sub>95%</sub> (m)	-0,027
SΔh + E <sub>95%</sub> (m)	0,053
E <sub>90%</sub>	0,033571
SΔh - E <sub>90%</sub> (m)	-0,020
SΔh + E <sub>90%</sub> (m)	0,047
E <sub>99%</sub>	0,052574
SΔh - E <sub>99%</sub> (m)	-0,039
SΔh + E <sub>99%</sub> (m)	0,071

Tabel Data Elevasi dan Selisih Elevasi *Waterpass* dan *Total Station* Foif Area Pakuwon

POINT	ELEVASI			FOIF PRISMA-WP			FOIF TPRISMA-WP		
	WP	FOIF		SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SA <sub>hi</sub> -SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>	SA <sub>hi</sub>	SA <sub>hi</sub> -SA <sub>h</sub>	(SA <sub>hi</sub> -SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)
1.1	10,066	10,056	10,048	-0,010	-0,024	0,000592	-0,018	-0,030	0,000929
1.2	10,025	10,010	10,007	-0,015	-0,029	0,000861	-0,018	-0,030	0,000929
1.3	9,920	9,914	9,901	-0,006	-0,020	0,000414	-0,019	-0,031	0,000991
1.4	9,876	9,870	9,862	-0,006	-0,020	0,000414	-0,014	-0,026	0,000702
1.5	9,890	9,883	9,873	-0,007	-0,021	0,000455	-0,017	-0,029	0,000869
1.6	9,791	9,777	9,784	-0,014	-0,028	0,000803	-0,007	-0,019	0,000380
1.7	9,906	9,902	9,899	-0,004	-0,018	0,000336	-0,007	-0,019	0,000380
1.8	9,893	9,887	9,888	-0,006	-0,020	0,000414	-0,005	-0,017	0,000306
1.9	9,955	9,953	9,929	-0,002	-0,016	0,000267	-0,026	-0,038	0,001481
1.10	9,977	9,972	9,970	-0,005	-0,019	0,000374	-0,007	-0,019	0,000380
1.11	10,013	10,003	9,999	-0,010	-0,024	0,000592	-0,014	-0,026	0,000702
2.1	10,181	10,172	10,167	-0,009	-0,023	0,000545	-0,014	-0,026	0,000702
2.2	9,988	9,981	9,978	-0,007	-0,021	0,000455	-0,010	-0,022	0,000506
2.3	9,901	9,898	9,893	-0,003	-0,017	0,000301	-0,008	-0,020	0,000420
2.4	9,853	9,847	9,841	-0,006	-0,020	0,000414	-0,012	-0,024	0,000600
2.5	9,893	9,883	9,879	-0,010	-0,024	0,000592	-0,014	-0,026	0,000702
2.6	9,790	9,784	9,790	-0,006	-0,020	0,000414	0,000	-0,012	0,000156
2.7	9,885	9,884	9,879	-0,001	-0,015	0,000235	-0,006	-0,018	0,000342
2.8	9,959	9,959	9,953	0,000	-0,014	0,000206	-0,006	-0,018	0,000342

POINT	ELEVASI			FOIF PRISMA-WP			FOIF TPRISMA-WP		
	WP	FOIF		SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>	SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)
2.9	9,936	9,930	9,927	-0,006	-0,020	0,000414	-0,009	-0,021	0,000462
2.10	9,936	9,929	9,932	-0,007	-0,021	0,000455	-0,004	-0,016	0,000272
2.11	9,851	9,855	9,845	0,004	-0,010	0,000107	-0,006	-0,018	0,000342
3.1	10,122	10,119	10,106	-0,003	-0,017	0,000301	-0,016	-0,028	0,000811
3.2	9,945	9,939	9,935	-0,006	-0,020	0,000414	-0,010	-0,022	0,000506
3.3	9,930	9,920	9,920	-0,010	-0,024	0,000592	-0,010	-0,022	0,000506
3.4	9,842	9,833	9,836	-0,009	-0,023	0,000545	-0,006	-0,018	0,000342
3.5	9,945	9,934	9,938	-0,011	-0,025	0,000642	-0,007	-0,019	0,000380
3.6	9,927	9,927	9,927	0,000	-0,014	0,000206	0,000	-0,012	0,000156
3.7	9,996	9,986	9,993	-0,010	-0,024	0,000592	-0,003	-0,015	0,000240
3.8	10,032	10,034	10,035	0,002	-0,012	0,000152	0,003	-0,009	0,000090
3.9	9,989	9,983	9,986	-0,006	-0,020	0,000414	-0,003	-0,015	0,000240
3.10	9,927	9,924	9,924	-0,003	-0,017	0,000301	-0,003	-0,015	0,000240
3.11	9,844	9,835	9,831	-0,009	-0,023	0,000545	-0,013	-0,025	0,000650
4.1	10,073	10,055	10,063	-0,018	-0,032	0,001046	-0,010	-0,022	0,000506
4.2	9,941	9,930	9,930	-0,011	-0,025	0,000642	-0,011	-0,023	0,000552
4.3	9,864	9,847	9,851	-0,017	-0,031	0,000982	-0,013	-0,025	0,000650
4.4	9,909	9,897	9,905	-0,012	-0,026	0,000694	-0,004	-0,016	0,000272
4.5	10,073	10,061	9,981	-0,012	-0,026	0,000694	-0,092	-0,104	0,010917
4.6	9,998	10,000	9,992	0,002	-0,012	0,000152	-0,006	-0,018	0,000342

POINT	ELEVASI			FOIF PRISMA-WP			FOIF TPRISMA-WP		
	WP	FOIF		SAhi	SAhi-SAhi	(SAhi-SAhi) <sup>2</sup>	SAhi	SAhi-SAhi	(SAhi-SAhi) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)
4.7	9,971	9,968	9,972	-0,003	-0,017	0,000301	0,001	-0,011	0,000132
4.8	9,962	9,965	9,959	0,003	-0,011	0,000129	-0,003	-0,015	0,000240
4.9	9,895	9,896	9,893	0,001	-0,013	0,000178	-0,002	-0,014	0,000210
4.10	9,831	9,826	9,829	-0,005	-0,019	0,000374	-0,002	-0,014	0,000210
4.11	9,827	9,829	9,823	0,002	-0,012	0,000152	-0,004	-0,016	0,000272
5.1	10,034	10,025	10,022	-0,009	-0,023	0,000545	-0,012	-0,024	0,000600
5.2	9,964	9,959	9,955	-0,005	-0,019	0,000374	-0,009	-0,021	0,000462
5.3	9,927	9,923	9,920	-0,004	-0,018	0,000336	-0,007	-0,019	0,000380
5.4	9,878	9,876	9,875	-0,002	-0,016	0,000267	-0,003	-0,015	0,000240
5.5	10,043	10,045	10,041	0,002	-0,012	0,000152	-0,002	-0,014	0,000210
5.6	9,953	9,945	9,957	-0,008	-0,022	0,000499	0,004	-0,008	0,000072
5.7	9,943	9,948	9,946	0,005	-0,009	0,000087	0,003	-0,009	0,000090
5.8	9,907	9,915	9,911	0,008	-0,006	0,000040	0,004	-0,008	0,000072
5.9	9,880	9,898	9,905	0,018	0,004	0,000013	0,025	0,013	0,000157
5.10	9,900	9,885	9,880	-0,015	-0,029	0,000861	-0,020	-0,032	0,001055
5.11	9,800	9,807	9,795	0,007	-0,007	0,000054	-0,005	-0,017	0,000306
6.1	10,066	10,057	10,056	-0,009	-0,023	0,000545	-0,010	-0,022	0,000506
6.2	10,007	10,008	9,996	0,001	-0,013	0,000178	-0,011	-0,023	0,000552
6.3	9,991	9,988	9,981	-0,003	-0,017	0,000301	-0,010	-0,022	0,000506
6.4	9,901	9,895	9,893	-0,006	-0,020	0,000414	-0,008	-0,020	0,000420



POINT	ELEVASI			FOIF PRISMA-WP			FOIF TPRISMA-WP		
	WP	FOIF		SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>	SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)
6.5	10,081	10,085	10,086	0,004	-0,010	0,000107	0,005	-0,007	0,000056
6.6	9,981	9,980	9,981	-0,001	-0,015	0,000235	0,000	-0,012	0,000156
6.7	10,007	10,007	10,006	0,000	-0,014	0,000206	-0,001	-0,013	0,000182
6.8	9,928	9,926	9,928	-0,002	-0,016	0,000267	0,000	-0,012	0,000156
6.9	9,936	9,938	9,937	0,002	-0,012	0,000152	0,001	-0,011	0,000132
6.10	9,923	9,924	9,917	0,001	-0,013	0,000178	-0,006	-0,018	0,000342
6.11	9,845	9,848	9,837	0,003	-0,011	0,000129	-0,008	-0,020	0,000420
7.1	10,132	10,118	10,119	-0,014	-0,028	0,000803	-0,013	-0,025	0,000650
7.2	10,090	10,080	10,083	-0,010	-0,024	0,000592	-0,007	-0,019	0,000380
7.3	10,052	10,040	10,040	-0,012	-0,026	0,000694	-0,012	-0,024	0,000600
7.4	10,092	10,085	10,074	-0,007	-0,021	0,000455	-0,018	-0,030	0,000929
7.5	10,079	10,079	10,080	0,000	-0,014	0,000206	0,001	-0,011	0,000132
7.6	10	9,976	9,983	-0,024	-0,038	0,001470	-0,017	-0,029	0,000869
7.7	10,078	10,071	10,073	-0,007	-0,021	0,000455	-0,005	-0,017	0,000306
7.8	10,070	10,095	10,088	0,025	0,011	0,000114	0,018	0,006	0,000030
7.9	9,999	9,997	10,005	-0,002	-0,016	0,000267	0,006	-0,006	0,000042
7.10	9,947	9,943	9,949	-0,004	-0,018	0,000336	0,002	-0,010	0,000110
7.11	9,846	9,848	9,841	0,002	-0,012	0,000152	-0,005	-0,017	0,000306
8.1	10,090	10,095	10,080	0,005	-0,009	0,000087	-0,010	-0,022	0,000506
8.2	10,055	10,050	10,047	-0,005	-0,019	0,000374	-0,008	-0,020	0,000420

POINT	ELEVASI			FOIF PRISMA-WP			FOIF TPRISMA-WP		
	WP	FOIF		SAhi	SAhi-SAhi	(SAhi-SAhi) <sup>2</sup>	SAhi	SAhi-SAhi	(SAhi-SAhi) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)
8.3	10,005	10,003	9,999	-0,002	-0,016	0,000267	-0,006	-0,018	0,000342
8.4	10,096	10,079	10,092	-0,017	-0,031	0,000982	-0,004	-0,016	0,000272
8.5	10,095	10,093	10,089	-0,002	-0,016	0,000267	-0,006	-0,018	0,000342
8.6	10,075	10,072	10,076	-0,003	-0,017	0,000301	0,001	-0,011	0,000132
8.7	10,107	10,138	10,137	0,031	0,017	0,000278	0,030	0,018	0,000307
8.8	10,110	10,110	10,104	0,000	-0,014	0,000206	-0,006	-0,018	0,000342
8.9	10,040	10,031	10,037	-0,009	-0,023	0,000545	-0,003	-0,015	0,000240
8.11	9,967	9,925	9,920	-0,042	-0,056	0,003174	-0,047	-0,059	0,003539
9.1	10,070	10,058	10,059	-0,012	-0,026	0,000694	-0,011	-0,023	0,000552
9.2	10,047	10,035	10,035	-0,012	-0,026	0,000694	-0,012	-0,024	0,000600
9.3	10,062	10,053	10,054	-0,009	-0,023	0,000545	-0,008	-0,020	0,000420
9.4	10,082	10,066	10,073	-0,016	-0,030	0,000920	-0,009	-0,021	0,000462
9.5	10,069	10,063	10,059	-0,006	-0,020	0,000414	-0,010	-0,022	0,000506
9.6	10,112	10,082	10,080	-0,029	-0,044	0,001922	-0,031	-0,044	0,001935
9.7	10,100	10,106	10,116	0,007	-0,008	0,000061	0,017	0,004	0,000016
9.8	10,108	10,099	10,112	-0,009	-0,023	0,000545	0,004	-0,008	0,000072
9.9	10,069	10,035	10,037	-0,034	-0,048	0,002288	-0,031	-0,044	0,001935
9.10	10,093	10,063	10,063	-0,030	-0,044	0,001966	-0,030	-0,042	0,001805
9.11	10,005	9,962	9,960	-0,043	-0,057	0,003230	-0,044	-0,057	0,003247
10.1	10,037	10,025	10,026	-0,012	-0,026	0,000694	-0,011	-0,023	0,000552

POINT	ELEVASI			FOIF PRISMA-WP			FOIF TPRISMA-WP		
	WP	FOIF		SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>	SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)
10.2	10,005	9,994	9,991	-0,011	-0,025	0,000642	-0,014	-0,026	0,000702
10.3	10,073	10,066	10,063	-0,007	-0,021	0,000455	-0,010	-0,022	0,000506
10.4	10,161	10,152	10,151	-0,009	-0,023	0,000545	-0,010	-0,022	0,000506
10.5	9,930	9,920	9,928	-0,010	-0,024	0,000592	-0,002	-0,014	0,000210
10.6	10,210	10,239	10,242	0,029	0,015	0,000215	0,032	0,020	0,000381
10.7	10,215	10,220	10,220	0,005	-0,009	0,000087	0,005	-0,007	0,000056
10.8	10,295	10,234	10,230	-0,061	-0,075	0,005676	-0,065	-0,077	0,006004
10.9	10,195	10,171	10,170	-0,024	-0,038	0,001470	-0,025	-0,037	0,001405
10.10	10,138	10,179	10,176	0,041	0,027	0,000711	0,038	0,026	0,000651
10.11	10,050	10,106	10,105	0,056	0,042	0,001736	0,055	0,043	0,001807
11.1	10,162	10,151	10,158	-0,011	-0,025	0,000642	-0,004	-0,016	0,000272
11.2	10,093	10,073	10,081	-0,020	-0,034	0,001179	-0,012	-0,024	0,000600
11.3	10,103	10,065	10,091	-0,038	-0,052	0,002739	-0,012	-0,024	0,000600
11.4	10,108	10,092	10,099	-0,016	-0,030	0,000920	-0,009	-0,021	0,000462
11.5	10,130	10,122	10,119	-0,008	-0,022	0,000499	-0,011	-0,023	0,000552
11.6	10,220	10,213	10,210	-0,007	-0,021	0,000455	-0,010	-0,022	0,000506
11.7	10,170	10,211	10,209	0,041	0,027	0,000711	0,039	0,027	0,000703
11.8	10,266	10,292	10,289	0,026	0,012	0,000136	0,023	0,011	0,000111
11.9	10,155	10,198	10,193	0,043	0,029	0,000822	0,038	0,026	0,000651
11.10	10,175	10,139	10,141	-0,036	-0,050	0,002534	-0,034	-0,046	0,002161

POINT	ELEVASI			FOIF PRISMA-WP			FOIF TPRISMA-WP		
	WP	FOIF		SAhi	SAhi-SAhi	(SAhi-SAhi) <sup>2</sup>	SAhi	SAhi-SAhi	(SAhi-SAhi) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)
11.11	10,110	10,058	10,050	-0,052	-0,066	0,004401	-0,060	-0,072	0,005254
12.1	10,140	10,136	10,140	-0,004	-0,018	0,000336	0,000	-0,012	0,000156
12.2	10,089	10,085	10,089	-0,004	-0,018	0,000336	0,000	-0,012	0,000156
12.3	10,078	10,076	10,080	-0,002	-0,016	0,000267	0,002	-0,010	0,000110
12.4	10,067	10,068	10,069	0,001	-0,013	0,000178	0,002	-0,010	0,000110
12.5	10,091	10,091	10,089	0,000	-0,014	0,000206	-0,002	-0,014	0,000210
12.6	10,221	10,224	10,225	0,003	-0,011	0,000129	0,004	-0,008	0,000072
12.7	10,171	10,163	10,171	-0,008	-0,022	0,000499	0,000	-0,012	0,000156
12.8	10,270	10,273	10,267	0,003	-0,011	0,000129	-0,003	-0,015	0,000240
12.9	10,153	10,144	10,149	-0,009	-0,023	0,000545	-0,004	-0,016	0,000272
12.10	10,176	10,169	10,173	-0,007	-0,021	0,000455	-0,003	-0,015	0,000240
12.11	10,104	10,107	10,102	0,003	-0,011	0,000129	-0,002	-0,014	0,000210
13.1	10,187	10,153	10,177	-0,034	-0,048	0,002336	-0,010	-0,022	0,000506
13.2	10,159	10,135	10,146	-0,024	-0,038	0,001470	-0,013	-0,025	0,000650
13.3	10,126	10,100	10,111	-0,026	-0,040	0,001627	-0,015	-0,027	0,000756
13.4	10,163	10,142	10,156	-0,021	-0,035	0,001249	-0,007	-0,019	0,000380
13.5	10,156	10,137	10,153	-0,019	-0,033	0,001111	-0,003	-0,015	0,000240
13.6	10,153	10,139	10,144	-0,014	-0,028	0,000803	-0,009	-0,021	0,000462
13.7	10,180	10,159	10,169	-0,021	-0,035	0,001249	-0,011	-0,023	0,000552
13.8	10,263	10,232	10,242	-0,031	-0,045	0,002055	-0,021	-0,033	0,001121

POINT	ELEVASI			FOIF PRISMA-WP			FOIF TPRISMA-WP		
	WP	FOIF		SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>	SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)
13.9	10,270	10,258	10,256	-0,012	-0,026	0,000694	-0,014	-0,026	0,000702
13.10	10,324	10,298	10,300	-0,026	-0,040	0,001627	-0,024	-0,036	0,001331
13.11	10,301	10,284	10,297	-0,017	-0,031	0,000982	-0,004	-0,016	0,000272
14.1	10,363	10,333	10,347	-0,030	-0,044	0,001966	-0,016	-0,028	0,000811
14.2	10,324	10,301	10,315	-0,023	-0,037	0,001394	-0,009	-0,021	0,000462
14.3	10,305	10,276	10,292	-0,029	-0,043	0,001878	-0,013	-0,025	0,000650
14.4	10,404	10,379	10,395	-0,025	-0,039	0,001547	-0,009	-0,021	0,000462
14.5	10,384	10,356	10,374	-0,028	-0,042	0,001792	-0,010	-0,022	0,000506
14.6	10,433	10,415	10,421	-0,018	-0,032	0,001046	-0,012	-0,024	0,000600
14.7	10,384	10,372	10,333	-0,012	-0,026	0,000694	-0,051	-0,063	0,004031
14.8	10,255	10,232	10,245	-0,023	-0,037	0,001394	-0,010	-0,022	0,000506
14.11	10,419	10,389	10,408	-0,030	-0,044	0,001966	-0,011	-0,023	0,000552
15.1	10,335	10,316	10,322	-0,019	-0,033	0,001111	-0,013	-0,025	0,000650
15.2	10,204	10,187	10,196	-0,017	-0,031	0,000982	-0,008	-0,020	0,000420
15.3	10,138	10,128	10,131	-0,010	-0,024	0,000592	-0,007	-0,019	0,000380
15.4	10,260	10,239	10,254	-0,021	-0,035	0,001249	-0,006	-0,018	0,000342
15.5	10,383	10,369	10,379	-0,014	-0,028	0,000803	-0,004	-0,016	0,000272
15.6	10,447	10,432	10,443	-0,015	-0,029	0,000861	-0,004	-0,016	0,000272
15.7	10,261	10,250	10,256	-0,011	-0,025	0,000642	-0,005	-0,017	0,000306
15.8	10,259	10,253	10,257	-0,006	-0,020	0,000414	-0,002	-0,014	0,000210


POINT	ELEVASI			FOIF PRISMA-WP			FOIF TPRISMA-WP		
	WP	FOIF		SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>	SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)
15.9	10,257	10,233	10,248	-0,024	-0,038	0,001470	-0,009	-0,021	0,000462
15.10	10,302	10,286	10,296	-0,016	-0,030	0,000920	-0,006	-0,018	0,000342
15.11	10,378	10,357	10,371	-0,021	-0,035	0,001249	-0,007	-0,019	0,000380
16.1	10,135	10,119	10,129	-0,016	-0,030	0,000920	-0,006	-0,018	0,000342
16.2	10,158	10,135	10,151	-0,023	-0,037	0,001394	-0,007	-0,019	0,000380
16.3	10,154	10,136	10,148	-0,018	-0,032	0,001046	-0,006	-0,018	0,000342
16.4	10,321	10,294	10,315	-0,027	-0,041	0,001709	-0,006	-0,018	0,000342
16.5	10,325	10,313	10,315	-0,012	-0,026	0,000694	-0,010	-0,022	0,000506
16.6	10,293	10,287	10,286	-0,006	-0,020	0,000414	-0,007	-0,019	0,000380
16.7	10,287	10,279	10,279	-0,008	-0,022	0,000499	-0,008	-0,020	0,000420
16.8	10,244	10,230	10,238	-0,014	-0,028	0,000803	-0,006	-0,018	0,000342
16.9	10,280	10,269	10,268	-0,011	-0,025	0,000642	-0,012	-0,024	0,000600
16.10	10,327	10,303	10,315	-0,024	-0,038	0,001470	-0,012	-0,024	0,000600
16.11	10,375	10,350	10,359	-0,025	-0,039	0,001547	-0,016	-0,028	0,000811
17.1	10,051	10,027	10,041	-0,024	-0,038	0,001470	-0,010	-0,022	0,000506
17.2	10,131	10,087	10,107	-0,044	-0,058	0,003403	-0,024	-0,036	0,001331
17.3	10,217	10,199	10,211	-0,018	-0,032	0,001046	-0,006	-0,018	0,000342
17.4	10,256	10,260	10,262	0,004	-0,010	0,000107	0,006	-0,006	0,000042
17.5	10,297	10,289	10,292	-0,008	-0,022	0,000499	-0,005	-0,017	0,000306
17.6	10,252	10,242	10,247	-0,010	-0,024	0,000592	-0,005	-0,017	0,000306

POINT	ELEVASI			FOIF PRISMA-WP			FOIF TPRISMA-WP		
	WP	FOIF		SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>	SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)
17.7	10,159	10,150	10,159	-0,009	-0,023	0,000545	0,000	-0,012	0,000156
17.8	10,193	10,184	10,181	-0,009	-0,023	0,000545	-0,012	-0,024	0,000600
17.9	10,197	10,184	10,186	-0,013	-0,027	0,000747	-0,011	-0,023	0,000552
17.10	10,240	10,216	10,224	-0,024	-0,038	0,001470	-0,016	-0,028	0,000811
18.1	10,087	10,066	10,076	-0,021	-0,035	0,001249	-0,011	-0,023	0,000552
18.2	10,116	10,060	10,079	-0,056	-0,070	0,004947	-0,037	-0,049	0,002449
18.4	10,267	10,244	10,252	-0,023	-0,037	0,001394	-0,015	-0,027	0,000756
18.5	10,275	10,262	10,262	-0,013	-0,027	0,000747	-0,013	-0,025	0,000650
18.6	10,260	10,247	10,246	-0,013	-0,027	0,000747	-0,014	-0,026	0,000702
18.7	10,140	10,139	10,127	-0,001	-0,015	0,000235	-0,013	-0,025	0,000650
18.8	10,176	10,166	10,171	-0,010	-0,024	0,000592	-0,005	-0,017	0,000306
18.9	10,200	10,183	10,194	-0,017	-0,031	0,000982	-0,006	-0,018	0,000342
18.10	10,254	10,227	10,246	-0,027	-0,041	0,001709	-0,008	-0,020	0,000420
18.11	10,312	10,291	10,299	-0,021	-0,035	0,001249	-0,013	-0,025	0,000650
19.1	10,065	10,041	10,048	-0,024	-0,038	0,001470	-0,017	-0,029	0,000869
19.2	10,087	10,039	10,048	-0,048	-0,062	0,003886	-0,039	-0,051	0,002651
19.3	10,082	10,068	10,075	-0,014	-0,028	0,000803	-0,007	-0,019	0,000380
19.4	10,233	10,218	10,225	-0,015	-0,029	0,000861	-0,008	-0,020	0,000420
19.5	10,304	10,300	10,295	-0,004	-0,018	0,000336	-0,009	-0,021	0,000462
19.6	10,304	10,292	10,303	-0,012	-0,026	0,000694	-0,001	-0,013	0,000182

POINT	ELEVASI			FOIF PRISMA-WP			FOIF TPRISMA-WP		
	WP	FOIF		SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SA <sub>hi</sub> -SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>	SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SA <sub>hi</sub> -SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)
19.7	10,090	10,075	10,079	-0,015	-0,029	0,000861	-0,011	-0,023	0,000552
19.8	10,123	10,104	10,115	-0,019	-0,033	0,001111	-0,008	-0,020	0,000420
19.9	10,156	10,145	10,151	-0,011	-0,025	0,000642	-0,005	-0,017	0,000306
19.10	10,183	10,160	10,170	-0,023	-0,037	0,001394	-0,013	-0,025	0,000650
19.11	10,282	10,250	10,266	-0,032	-0,046	0,002147	-0,016	-0,028	0,000811
20.1	10,059	10,045	10,042	-0,014	-0,028	0,000803	-0,017	-0,029	0,000869
20.2	10,054	10,037	10,045	-0,017	-0,031	0,000982	-0,009	-0,021	0,000462
20.3	10,109	10,096	10,105	-0,013	-0,027	0,000747	-0,004	-0,016	0,000272
20.4	10,306	10,284	10,302	-0,022	-0,036	0,001320	-0,004	-0,016	0,000272
20.5	10,295	10,279	10,304	-0,016	-0,030	0,000920	0,009	-0,003	0,000012
20.6	10,211	10,204	10,218	-0,007	-0,021	0,000455	0,007	-0,005	0,000030
20.7	10,046	10,029	10,036	-0,017	-0,031	0,000982	-0,010	-0,022	0,000506
20.8	10,115	10,097	10,109	-0,018	-0,032	0,001046	-0,006	-0,018	0,000342
20.9	10,137	10,119	10,129	-0,018	-0,032	0,001046	-0,008	-0,020	0,000420
20.10	10,227	10,207	10,222	-0,020	-0,034	0,001179	-0,005	-0,017	0,000306
20.11	10,264	10,246	10,252	-0,018	-0,032	0,001046	-0,012	-0,024	0,000600
21.1	10,046	10,030	10,027	-0,016	-0,030	0,000920	-0,019	-0,031	0,000991
21.2	10,022	10,015	10,014	-0,007	-0,021	0,000455	-0,008	-0,020	0,000420
21.3	10,086	10,055	10,075	-0,031	-0,045	0,002055	-0,011	-0,023	0,000552
21.4	10,185	10,169	10,177	-0,016	-0,030	0,000920	-0,008	-0,020	0,000420



POINT	ELEVASI			FOIF PRISMA-WP			FOIF TPRISMA-WP		
	WP	FOIF		SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SA <sub>hi</sub> -SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>	SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SA <sub>hi</sub> -SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)
21.5	10,252	10,244	10,242	-0,008	-0,022	0,000499	-0,010	-0,022	0,000506
21.6	10,099	10,083	10,089	-0,016	-0,030	0,000920	-0,010	-0,022	0,000506
21.7	10,025	10,008	10,021	-0,017	-0,031	0,000982	-0,004	-0,016	0,000272
21.8	10,083	10,067	10,073	-0,016	-0,030	0,000920	-0,010	-0,022	0,000506
21.9	10,140	10,116	10,117	-0,024	-0,038	0,001470	-0,023	-0,035	0,001259
21.10	10,188	10,146	10,155	-0,042	-0,056	0,003174	-0,033	-0,045	0,002069
21.11	10,273	10,259	10,257	-0,014	-0,028	0,000803	-0,016	-0,028	0,000811
<b>JUMLAH</b>				<b>3,240</b>		<b>0,194434</b>	<b>2,637</b>		<b>0,144512</b>

 : tidak masuk toleransi

FOIF PRISMA-WP	
n	226
SΔh (m)	0,014
SΔhi <sub>max</sub> (m)	0,056
SΔhi <sub>min</sub> (m)	-0,061
σ (m)	0,029
SΔh-σ (m)	-0,015
SΔh+σ (m)	0,044
E <sub>95%</sub>	0,057486
SΔh - E <sub>95%</sub> (m)	-0,043
SΔh + E <sub>95%</sub> (m)	0,072
E <sub>90%</sub>	0,048247
SΔh - E <sub>90%</sub> (m)	-0,034
SΔh + E <sub>90%</sub> (m)	0,063
E <sub>99%</sub>	0,075557
SΔh - E <sub>99%</sub> (m)	-0,061
SΔh + E <sub>99%</sub> (m)	0,090

FOIF TPRISMA-WP	
n	226
SΔh (m)	0,012
SΔhi <sub>max</sub> (m)	0,055
SΔhi <sub>min</sub> (m)	-0,092
σ (m)	0,025
SΔh-σ (m)	-0,014
SΔh+σ (m)	0,037
E <sub>95%</sub>	0,04956
SΔh - E <sub>95%</sub> (m)	-0,038
SΔh + E <sub>95%</sub> (m)	0,061
E <sub>90%</sub>	0,0415946
SΔh - E <sub>90%</sub> (m)	-0,030
SΔh + E <sub>90%</sub> (m)	0,053
E <sub>99%</sub>	0,0651394
SΔh - E <sub>99%</sub> (m)	-0,053
SΔh + E <sub>99%</sub> (m)	0,077

## LAMPIRAN 2

Tabel Data Elevasi dan Selisih Elevasi *Waterpass* dan *Total Station* Sokkia Area Gununganyar

POINT	ELEVASI			SOKKIA PRISMA-WP			SOKKIA TPRISMA-WP		
	WP	SOKKIA		SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>	SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)
BSU	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,26531	0,07039	0,000	0,00000	0,00000
P1	2,130	2,139	2,138	0,009	-0,25631	0,06569	0,008	-0,25689	0,06599
P2	3,195	3,197	3,197	0,002	-0,26331	0,06933	0,002	-0,26289	0,06911
P3	3,383	3,385	3,386	0,002	-0,26331	0,06933	0,003	-0,26189	0,06859
P4	3,305	3,308	3,308	0,003	-0,26231	0,06881	0,003	-0,26189	0,06859
P5	3,167	3,165	3,166	-0,002	-0,26731	0,07145	-0,001	-0,26589	0,07070
P6	3,014	3,012	3,012	-0,002	-0,26731	0,07145	-0,002	-0,26689	0,07123
P7	3,009	3,007	3,006	-0,002	-0,26731	0,07145	-0,003	-0,26789	0,07177
P8	3,150	3,151	3,152	0,001	-0,26431	0,06986	0,002	-0,26289	0,06911
P9	3,020	3,021	3,062	0,001	-0,26431	0,06986	0,042	-0,22289	0,04968
P10	3,260	3,258	3,259	-0,002	-0,26731	0,07145	-0,001	-0,26589	0,07070
P11	3,520	3,521	3,521	0,001	-0,26431	0,06986	0,001	-0,26389	0,06964
P12	3,597	3,594	3,594	-0,003	-0,26831	0,07199	-0,003	-0,26789	0,07177
P13	3,000	3,016	3,016	0,016	-0,24931	0,06216	0,016	-0,24889	0,06195
P14	3,250	3,262	3,262	0,012	-0,25331	0,06417	0,012	-0,25289	0,06395
P15	3,252	3,272	3,273	0,020	-0,24531	0,06018	0,021	-0,24389	0,05948
P16	2,885	2,880	2,880	-0,005	-0,27031	0,07307	-0,005	-0,26989	0,07284

POINT	ELEVASI			SOKKIA PRISMA-WP			SOKKIA TPRISMA-WP		
	WP	SOKKIA		SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>	SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)
P17	3,100	3,112	3,112	0,012	-0,25331	0,06417	0,012	-0,25289	0,06395
P18	2,845	2,841	2,841	-0,004	-0,26931	0,07253	-0,004	-0,26889	0,07230
P19	2,590	2,588	2,587	-0,002	-0,26731	0,07145	-0,003	-0,26789	0,07177
P20	2,520	2,518	2,516	-0,002	-0,26731	0,07145	-0,004	-0,26889	0,07230
P21	3,230	3,231	3,231	0,001	-0,26431	0,06986	0,001	-0,26389	0,06964
P22	2,790	2,789	2,788	-0,001	-0,26631	0,07092	-0,002	-0,26689	0,07123
P24	1,360	1,360	1,358	0,000	-0,26531	0,07039	-0,002	-0,26689	0,07123
P25	1,520	1,523	1,530	0,003	-0,26231	0,06881	0,010	-0,25489	0,06497
P26	1,590	1,588	1,593	-0,002	-0,26731	0,07145	0,003	-0,26189	0,06859
P27	0,650	0,680	0,676	0,030	-0,23531	0,05537	0,026	-0,23889	0,05707
P28	0,206	0,236	0,238	0,030	-0,23531	0,05537	0,032	-0,23289	0,05424
T2	-0,006	-0,016	-0,016	-0,010	-0,27531	0,07580	-0,010	-0,27489	0,07557
P29	0,314	0,327	0,330	0,013	-0,25231	0,06366	0,016	-0,24889	0,06195
P31	0,883	0,864	0,867	-0,019	-0,28431	0,08083	-0,016	-0,28089	0,07890
P33	1,799	1,803	1,798	0,004	-0,26131	0,06828	-0,001	-0,26589	0,07070
P34	0,059	0,065	0,065	0,006	-0,25931	0,06724	0,006	-0,25889	0,06702
P35	0,034	0,040	0,040	0,006	-0,25931	0,06724	0,006	-0,25889	0,06702
P36	0,060	0,066	0,066	0,006	-0,25931	0,06724	0,006	-0,25889	0,06702
T3	0,048	0,045	0,045	-0,003	-0,26831	0,07199	-0,003	-0,26789	0,07177
P37	2,048	2,087	2,083	0,039	-0,22631	0,05122	0,035	-0,22989	0,05285

POINT	ELEVASI			SOKKIA PRISMA-WP			SOKKIA TPRISMA-WP		
	WP	SOKKIA		SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SA <sub>hi</sub> -SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>	SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SA <sub>hi</sub> -SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)	(TSSTP-WP)
P38	2,003	1,950	1,954	-0,053	-0,31831	0,10132	-0,049	-0,31389	0,09853
P39	1,918	1,800	1,802	-0,118	-0,38331	0,14693	-0,116	-0,38089	0,14508
T4	0,067	0,063	0,063	-0,004	-0,26931	0,07253	-0,004	-0,26889	0,07230
P40	1,187	1,133	1,135	-0,054	-0,31931	0,10196	-0,052	-0,31689	0,10042
P41	1,554	1,679	1,679	0,125	-0,14031	0,01969	0,125	-0,13989	0,01957
P42	1,112	1,119	1,119	0,007	-0,25831	0,06672	0,007	-0,25789	0,06651
P43	1,667	1,607	1,610	-0,060	-0,32531	0,10583	-0,057	-0,32189	0,10361
P44	1,167	1,105	1,105	-0,062	-0,32731	0,10713	-0,062	-0,32689	0,10686
T5	1,092	1,091	1,091	-0,001	-0,26631	0,07092	-0,001	-0,26589	0,07070
P45	0,888	0,887	0,886	-0,001	-0,26631	0,07092	-0,002	-0,26689	0,07123
P46	1,321	1,302	1,303	-0,019	-0,28431	0,08083	-0,018	-0,28289	0,08003
P47	1,646	1,711	1,717	0,065	-0,20031	0,04012	0,071	-0,19389	0,03759
P48	1,131	1,138	1,138	0,007	-0,25831	0,06672	0,007	-0,25789	0,06651
P49	1,414	1,412	1,412	-0,002	-0,26731	0,07145	-0,002	-0,26689	0,07123
T6	1,158	1,132	1,132	-0,026	-0,29131	0,08486	-0,026	-0,29089	0,08462
P50	1,729	1,734	1,732	0,005	-0,26031	0,06776	0,003	-0,26189	0,06859
P51	1,765	1,819	1,818	0,054	-0,21131	0,04465	0,053	-0,21189	0,04490
P52	1,075	1,045	1,045	-0,030	-0,29531	0,08721	-0,030	-0,29489	0,08696
<b>JUMLAH</b>				<b>14,592</b>		<b>3,9333248</b>	<b>14,569</b>		<b>3,82040337</b>

FOIF PRISMA-WP	
n	55
SΔh (m)	0,273
SΔhi <sub>max</sub> (m)	0,029
SΔhi <sub>min</sub> (m)	-0,204
σ (m)	0,365
SΔh-σ (m)	-0,092
SΔh+σ (m)	0,638
E <sub>95%</sub>	0,715573
SΔh - E <sub>95%</sub> (m)	-0,443
SΔh + E <sub>95%</sub> (m)	0,989
E <sub>90%</sub>	0,600564
SΔh - E <sub>90%</sub> (m)	-0,328
SΔh + E <sub>90%</sub> (m)	0,874
E <sub>99%</sub>	0,940515
SΔh - E <sub>99%</sub> (m)	-0,668
SΔh + E <sub>99%</sub> (m)	1,213

FOIF TPRISMA-WP	
n	55
SΔh (m)	0,273
SΔhi <sub>max</sub> (m)	0,021
SΔhi <sub>min</sub> (m)	-0,216
σ (m)	0,367
SΔh-σ (m)	-0,094
SΔh+σ (m)	0,640
E <sub>95%</sub>	0,7189274
SΔh - E <sub>95%</sub> (m)	-0,446
SΔh + E <sub>95%</sub> (m)	0,992
E <sub>90%</sub>	0,6033796
SΔh - E <sub>90%</sub> (m)	-0,330
SΔh + E <sub>90%</sub> (m)	0,876
E <sub>99%</sub>	0,9449242
SΔh - E <sub>99%</sub> (m)	-0,672
SΔh + E <sub>99%</sub> (m)	1,218

Tabel Data Elevasi dan Selisih Elevasi *Waterpass* dan *Total Station* Foif Area Gununganyar

POINT	ELEVASI			FOIF PRISMA-WP			FOIF TPRISMA-WP		
	WP	FOIF		SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>	SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)
BSU	0	0	0	0	-0,272982	0,0745191	0	-0,2729818	0,07451907
P1	2,13	2,066	2,068	-0,064	-0,336982	0,1135567	-0,062	-0,3349818	0,11221282
P2	3,195	3,112	3,111	-0,083	-0,355982	0,1267231	-0,084	-0,3569818	0,12743602
P3	3,383	3,313	3,29	-0,07	-0,342982	0,1176365	-0,093	-0,3659818	0,13394269
P4	3,305	3,228	3,214	-0,077	-0,349982	0,1224873	-0,091	-0,3639818	0,13248276
P5	3,167	3,065	3,07	-0,102	-0,374982	0,1406114	-0,097	-0,3699818	0,13688655
P6	3,014	2,924	2,925	-0,09	-0,362982	0,1317558	-0,089	-0,3619818	0,13103084
P7	3,009	2,912	2,919	-0,097	-0,369982	0,1368865	-0,09	-0,3629818	0,1317558
P8	3,15	3,055	3,057	-0,095	-0,367982	0,1354106	-0,093	-0,3659818	0,13394269
P9	3,02	2,918	2,863	-0,102	-0,374982	0,1406114	-0,157	-0,4299818	0,18488436
P10	3,26	3,152	3,165	-0,108	-0,380982	0,1451471	-0,095	-0,3679818	0,13541062
P11	3,52	3,416	3,419	-0,104	-0,376982	0,1421153	-0,101	-0,3739818	0,1398624
P12	3,597	3,522	3,509	-0,075	-0,347982	0,1210913	-0,088	-0,3609818	0,13030787
P13	3	2,936	2,934	-0,064	-0,336982	0,1135567	-0,066	-0,3389818	0,11490867
P14	3,25	3,182	3,173	-0,068	-0,340982	0,1162686	-0,077	-0,3499818	0,12248727
P15	3,252	3,183	3,181	-0,069	-0,341982	0,1169516	-0,071	-0,3439818	0,11832349
P16	2,885	2,783	2,784	-0,102	-0,374982	0,1406114	-0,101	-0,3739818	0,1398624
P17	3,1	3,02	3,017	-0,08	-0,352982	0,1245962	-0,083	-0,3559818	0,12672305
P18	2,845	2,741	2,742	-0,104	-0,376982	0,1421153	-0,103	-0,3759818	0,14136233

POINT	ELEVASI			FOIF PRISMA-WP			FOIF TPRISMA-WP		
	WP	FOIF		SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SA <sub>hi</sub> -SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>	SAhi	SA <sub>hi</sub> -SA <sub>h</sub>	(SA <sub>hi</sub> -SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)
P19	2,59	2,502	2,496	-0,088	-0,360982	0,1303079	-0,094	-0,3669818	0,13467565
P20	2,52	2,409	2,429	-0,111	-0,383982	0,147442	-0,091	-0,3639818	0,13248276
P21	3,23	3,13	3,141	-0,1	-0,372982	0,1391154	-0,089	-0,3619818	0,13103084
P22	2,79	2,702	2,696	-0,088	-0,360982	0,1303079	-0,094	-0,3669818	0,13467565
P24	1,36	1,255	1,24	-0,105	-0,377982	0,1428703	-0,12	-0,3929818	0,15443471
P25	1,52	1,442	1,428	-0,078	-0,350982	0,1231882	-0,092	-0,3649818	0,13321173
P26	1,59	1,484	1,478	-0,106	-0,378982	0,1436272	-0,112	-0,3849818	0,148211
P27	0,65	0,599	0,579	-0,051	-0,323982	0,1049642	-0,071	-0,3439818	0,11832349
P28	0,206	0,177	0,162	-0,029	-0,301982	0,091193	-0,044	-0,3169818	0,10047747
T2	-0,006	-0,131	-0,131	-0,125	-0,397982	0,1583895	-0,125	-0,3979818	0,15838953
P29	0,314	0,212	0,219	-0,102	-0,374982	0,1406114	-0,095	-0,3679818	0,13541062
P31	0,883	0,867	0,871	-0,016	-0,288982	0,0835105	-0,012	-0,2849818	0,08121464
P33	1,799	1,762	1,747	-0,037	-0,309982	0,0960887	-0,052	-0,3249818	0,10561318
P34	0,059	-0,048	-0,036	-0,107	-0,379982	0,1443862	-0,095	-0,3679818	0,13541062
P35	0,034	-0,073	-0,067	-0,107	-0,379982	0,1443862	-0,101	-0,3739818	0,1398624
P36	0,06	-0,045	-0,05	-0,105	-0,377982	0,1428703	-0,11	-0,3829818	0,14667507
T3	0,048	-0,069	-0,069	-0,117	-0,389982	0,1520858	-0,117	-0,3899818	0,15208582
P37	2,048	1,981	1,987	-0,067	-0,339982	0,1155876	-0,061	-0,3339818	0,11154385
P38	2,003	1,855	1,86	-0,148	-0,420982	0,1772257	-0,143	-0,4159818	0,17304087
P39	1,918	1,714	1,702	-0,204	-0,476982	0,2275117	-0,216	-0,4889818	0,23910322



POINT	ELEVASI			FOIF PRISMA-WP			FOIF TPRISMA-WP		
	WP	FOIF		SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>	SAhi	SAhi-SA <sub>h</sub>	(SAhi-SA <sub>h</sub> ) <sup>2</sup>
		PRISMA	TPRISMA	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)	(TSFTP-WP)
T4	0,067	0,054	0,054	-0,013	-0,285982	0,0817856	-0,013	-0,2859818	0,0817856
P40	1,187	1,025	1,03	-0,162	-0,434982	0,1892092	-0,157	-0,4299818	0,18488436
P41	1,554	1,583	1,575	0,029	-0,243982	0,0595271	0,021	-0,2519818	0,06349484
P42	1,112	1,019	1,016	-0,093	-0,365982	0,1339427	-0,096	-0,3689818	0,13614758
P43	1,667	1,5	1,499	-0,167	-0,439982	0,193584	-0,168	-0,4409818	0,19446496
P44	1,167	1,003	1,004	-0,164	-0,436982	0,1909531	-0,163	-0,4359818	0,19008015
T5	1,092	0,986	0,986	-0,106	-0,378982	0,1436272	-0,106	-0,3789818	0,14362722
P45	0,888	0,781	0,781	-0,107	-0,379982	0,1443862	-0,107	-0,3799818	0,14438618
P46	1,321	1,177	1,186	-0,144	-0,416982	0,1738738	-0,135	-0,4079818	0,16644916
P47	1,646	1,61	1,616	-0,036	-0,308982	0,0954698	-0,03	-0,3029818	0,09179798
P48	1,131	1,05	1,041	-0,081	-0,353982	0,1253031	-0,09	-0,3629818	0,1317558
P49	1,414	1,332	1,339	-0,082	-0,354982	0,1260121	-0,075	-0,3479818	0,12109135
T6	1,158	1,047	1,047	-0,111	-0,383982	0,147442	-0,111	-0,3839818	0,14744204
P50	1,729	1,617	1,641	-0,112	-0,384982	0,148211	-0,088	-0,3609818	0,13030787
P51	1,765	1,735	1,736	-0,03	-0,302982	0,091798	-0,029	-0,3019818	0,09119302
P52	1,075	0,963	0,964	-0,112	-0,384982	0,148211	-0,111	-0,3839818	0,14744204
<b>JUMLAH</b>				<b>14,592</b>		<b>3,9333248</b>	<b>14,569</b>		<b>3,82040337</b>

SOKKIA PRISMA-WP	
n	55
SΔh (m)	0,265
SΔh <sub>i<sub>max</sub></sub> (m)	0,125
SΔh <sub>i<sub>min</sub></sub> (m)	-0,118
σ (m)	0,267
SΔh-σ (m)	-0,002
SΔh+σ (m)	0,533
E <sub>95%</sub>	0,524122
SΔh - E <sub>95%</sub> (m)	-0,259
SΔh + E <sub>95%</sub> (m)	0,789
E <sub>90%</sub>	0,439884
SΔh - E <sub>90%</sub> (m)	-0,175
SΔh + E <sub>90%</sub> (m)	0,705
E <sub>99%</sub>	0,688881
SΔh - E <sub>99%</sub> (m)	-0,424
SΔh + E <sub>99%</sub> (m)	0,954

SOKKIA TPRISMA-WP	
n	55
SΔh (m)	0,265
SΔh <sub>i<sub>max</sub></sub> (m)	0,125
SΔh <sub>i<sub>min</sub></sub> (m)	-0,116
σ (m)	0,264
SΔh-σ (m)	0,001
SΔh+σ (m)	0,528
E <sub>95%</sub>	0,5165438
SΔh - E <sub>95%</sub> (m)	-0,252
SΔh + E <sub>95%</sub> (m)	0,781
E <sub>90%</sub>	0,4335236
SΔh - E <sub>90%</sub> (m)	-0,169
SΔh + E <sub>90%</sub> (m)	0,698
E <sub>99%</sub>	0,6789208
SΔh - E <sub>99%</sub> (m)	-0,414
SΔh + E <sub>99%</sub> (m)	0,944

### LAMPIRAN 3

#### Foto Dokumentasi Pengambilan Data Area Pakuwon



Pengambilan data lapangan di area pakuwon menggunakan *Total Station Foif*



Pengambilan data lapangan di area pakuwon menggunakan *Total Station Foif*



Pengambilan data pengukuran menggunakan *Total Station nonprisma* di area penelitian pakuwon



Pengambilan data pengukuran menggunakan *Total Station Foif*



Pengambilan data pengukuran menggunakan *waterpass* di area penelitian Pakuwon



Proses pemegangan rambu ukur pada saat pengambilan data menggunakan *waterpass* di area penelitian Pakuwon



Pengambilan data pengukuran menggunakan *Total Station*  
*Sokkia* di area penelitian Pakuwon



Pengambilan data pengukuran menggunakan *Total Station*  
*Sokkia* di area penelitian Pakuwon



Personil pada saat melakukan pengukuran di area penelitian Pakuwon



Garis bidik yang pada alat *waterpass*



## Foto Dokumentasi Pengambilan Data Area Gununganyar



Pengambilan data lapangan menggunakan *waterpass*



Konsidi lokasi penelitian Gununganyar





Pengambilan data lapangan menggunakan *waterpass*



Pengambilan data lapangan menggunakan *waterpass*

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## BIOGRAFI PENULIS



Leny Puji Rahayu dilahirkan di Banyuwangi, pada tanggal 04 Pebruari 1992. Penulis merupakan putri kedua dari lima bersaudara, pasangan Lasmono dan Titik Supiyani. Penulis menempuh pendidikan formal di TK Nurul Fatah Banyuwangi, SDN Kalibaru Wetan 4 Banyuwangi, SMPN 1 Kalibaru Banyuwangi, dan SMAN 1 Genteng Banyuwangi. Setelah lulus dari SMAN 1 Genteng Banyuwangi, penulis melanjutkan kuliah S-1 di Program Studi Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) tahun 2010 dan terdaftar sebagai mahasiswa ITS dengan NRP 3510100021.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam kegiatan Himpunan Mahasiswa Geomatika (HIMAGE), PLH SIKLUS ITS, dan Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan serta seminar yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Geomatika ITS. Penulis pernah menjabat sebagai Tim Ad Hock amandemen AD/ART HIMAGE periode 2011-2012 serta sebagai Bendahara Umum I PLH SIKLUS ITS periode yang sama. Penulis memilih bidang keahlian Geodesi untuk menyelesaikan studi Tugas Akhir dengan judul “Studi Perbandingan Perhitungan Volume Menggunakan Data *Total Station* Dengan dan Tanpa Prisma”.

Penulis tidak hanya tertarik pada bidang akademis dan keorganisasian, namun juga tertarik pada bidang pencinta alam serta konservasi lingkungan. Terbukti dengan peran aktif penulis dalam organisasi yang bergerak pada bidang pencinta alam dan konservasi lingkungan PLH SIKLUS ITS. Penulis dapat dihubungi melalui pesan elektronik dengan alamat [leny.inel@gmail.com](mailto:leny.inel@gmail.com).